Министерство образования Российской Федерации

### КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Изыскания и проектирование транспортных сооружений» на тему:

**«Проект автомобильной дороги Ванино-Лидога»**

АВТОМОБИЛЬНАЯ ДОРОГА, ТРАССА, ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ, ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ, ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ, РУКОВОДЯЩИЕ ОТМЕТКИ.

В курсовой работе рассмотрены вопросы проектирования основных элементов автомобильной дороги Ванино-Лидога в Хабаровском крае. Проектирование выполнено в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02-85.

Для заданных начального и конечного пунктов участка трассы предложен вариант трассы, для которого произведены расчеты направлений, углов по­ворота, элементов закруглений, разбит пикетаж и составлена ведомость эле­ментов плана трассы. Продольный профиль запроектирован в основном по обертывающей в насыпях 1,5...2,0 м.

Детально запроектирован поперечный профиль земляного полотна на ПК 15+00, для которого произведены необходимые расчеты параметров земля­ного полотна и резервов, определены площади поперечного сечения и вы­числены ширины постоянного и временного отводов земли.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ …..........5

1.1. Общие требования……………………………………………… .........5

1.2. Технические нормативы СНиП…………………………………........6

1.3. Расчет технических нормативов………………………………..........7

1.3.1. Максимальный продольный уклон…………………………….......7

1.3.2. Минимальное расстояние видимости поверхности дороги……....8

1.3.3.Минимальное расстояние видимости встречного автомобиля…....8

1.3.4.Минимальный радиус выпуклой вертикальной кривой…………...9

1.3.5.Минимальный радиус вогнутой вертикальной кривой………........9

1.3.6. Минимальный радиус кривой в плане……………………...........10

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ………………………........11

2.1. Описание предложенного варианта трассы………………….........11

2.2. Вычисление направлений и углов поворота……………..……......11

2.3. Расчет элементов закруглений……………………………….........13

2.4. Вычисление положения вершин углов поворота………………....15

2.5. Вычисление пикетажных положений и длин прямых вставок…..16

2.6. Основные технические показатели трассы………………….….....16

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ……………....19

3.1. Определение руководящих отметок……………………......……....19

3.2. Определение отметок поверхности земли по оси трассы……..….20

3.3. Проектная линия продольного профиля…………….......................21

3.4. Определение отметок по ломаной линиипродольного профиля….22

3.5. Расчет вертикальных кривых ……………….…………...................25

3.6. Определение положения точек с нулевыми отметками…..…….....25

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ЗЕМЛЯННОГО ПЛОТНА ……………………………………………….…….32

4.1 Типы поперечных профилей земляного полотна…………..…….32

4.2 Расчет поперечного профиля земляного полотна на ПК 15+00..................................................................................................................32

4.2.1 Исходные данные для проектирования…………..………………32

4.2.2 Определение геометрических параметров поперечного профиля земляного полотна……………………………………………………………....33

4.2.3. Определение ширины полосы отвода…………………………….33

4.2.3. Расчет площадей поперечного сечения………..…………………34

ЗАКЛЮЧЕНИЕ……………………………………………………….....35

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ…………………....36

**1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**1.1. Общие требования**

Если позволяют условия проложения трассы, независимо от категории автомобильной дороги необходимо при назначении элементов плана и продольного профиля руководствоваться рекомендациями п.4.20 СНиП 2.05.02-85, которые приведены в табл. 1.

На автомобильных дорогах 2-й категории в переломы продольного профиля требуется вписывать вертикальные кривые при алгебраической разности уклонов 5 и более промилле. Длина прямых вставок не должна превышать для 2-й категории 2000 м.

Таблица 1.

Рекомендуемые технические нормативы

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование норматива | Значениенорматива |
| Продольный уклон, ‰ | Не более 40 |
| Расстояние видимости для остановки автомобиля, м | Не менее 250 |
| Радиус кривой в плане, м | Не менее 1000 |
| Радиус выпуклой вертикальной кривой, м | Не менее 15000 |
| Радиус вогнутой вертикальной кривой, м | Не менее 5000 |
| Длина выпуклой вертикальной кривой, м | Не менее 300 |
| Длина вогнутой вертикальной кривой, м | Не менее 100 |

**1.2. Технические нормативы СНиП**

Проектируемая автомобильная дорога Ванино-Лидога по СНиП 2.05.02-85 отнесена к 2-й категории, для которой расчетная скорость принята 120 км/ч. По величине расчетной скорости назначены технические нормативы на проектирование элементов плана трассы, продольного и поперечного профилей, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Технические нормативы СНиП

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование норматива | Значение норматива |
| 1 . Категория дороги | 2 |
| 2. Расчетная скорость, км/ч | 120 |
| 3. Число полос движения, штук | 2 |
| 4. Ширина полосы движения, м | 3,75 |
| 5. Ширина проезжей части, м | 7,50 |
| 6. Ширина обочины, м | 3,75 |
| 7. Укрепленная полоса обочины, м | 0,5 |
| 8. Ширина земляного полотна, м | 15,0 |
| 9. Дорожно-климатическая зона | 2 |
| 10. Тип покрытия | усовершенств. |
| 11 . Поперечный уклон проезжей части, %о | 20 |
| 12. Материал укрепления обочин | гравий |
| 13. Поперечный уклон обочин, %о | 40 |
| 14. Наименьший радиус кривой в плане, м | 1000 |
| 1 5. Расстояние видимости для остановки автомобиля, м | 250 |
| 16. Расстояние видимости встречного автомобиля, м | 450 |
| 17. Наибольший продольный уклон, %о | 40 |
| 18. Наименьший радиус выпуклой вертикальной кривой, м | 15000 |
| 19. Наименьший радиус вогнутой вертикальной кривой, м | 5000 |

**1.3. Расчет технических нормативов**

**1.3.1 Максимальный продольный уклон**

Для расчета максимального продольного уклона принят автомобиль ЗИЛ-130, который рекомендуется в качестве эталонного транспортного средства для оценки проектных решений при проектировании автомобильных дорог.

Принимая скорость движения автомобиля по дороге постоянной, из уравнения движения автомобиля получим расчетную формулу для вычисления величины максимального продольного уклона i(max) = D-f,

где D - динамический фактор автомобиля; f *-* коэффициент сопротивления качению.

Динамический фактор для автомобиля ЗИЛ-130 принят по динамической характеристике для 3-й передачи, так как более мощные 1 и 2 передачи предназначены для движения автомобиля с места и выполнения маневров в сложных дорожных условиях. Для 3-й передачи автомобиля ЗИЛ-130 значение динамического фактора имеет максимальное значение D = 0,105. Коэффициент сопротивления качению для автомобильной дороги 2-й категории с асфальтобетонным покрытием принят равным 0,02. Тогда максимальный продольный уклон равен i(max) = 0,105 - 0,020 = 0,085 или 85 промилле.

**1.3.2. Минимальное расстояние видимости поверхности** **дороги**

Расстояние видимости поверхности дороги определяется на горизонтальном участке дороги. Для обеспечения безопасности движения минимальное расстояние видимости поверхности дороги должно быть не менее расчетной величины тормозного пути для остановки автомобиля перед возможным препятствием. Отсюда минимальное расстояние видимости поверхности дороги определяется по расчетной формуле для оценки величины тормозного пути:

Sn = V / 3,6 + V2/ (85 \* (φ +f)) +10 = 120 / 3,6 + 1202/ [85 (0,45 + 0,02) + 10] = 321.62м,

где Sn - минимальное расстояние видимости поверхности дороги, м; φ - коэффициент продольного сцепления, который для нормальных условий увлажненного асфальтобетонного покрытия принят равным 0,45; V - расчетная скорость движения, принятая для 2-й категории автомобильной дороги 120 км/ч; f - коэффициент сопротивления качению, принятый для асфальтобетонного покрытия равным 0,02.

**1.3.3. Минимальное расстояние видимости встречного автомобиля**

Минимальное расстояние видимости встречного автомобиля определяется из условия обеспечения торможения двух автомобилей движущихся навстречу друг другу, то есть равно удвоенной длине тормозного пути: Sа = 2 \* Sn = 2 \*321.62 = =643.24 м.

**1.3.4. Минимальный радиус выпуклой вертикальной кривой**

Минимальный радиус выпуклой вертикальной кривой определяется из условия обеспечения видимости поверхности дороги днем. Расчетная формула получается подстановкой расстояния видимости поверхности дороги в уравнение выпуклой вертикальной кривой. Значение минимального радиуса выпуклой вертикальной кривой вычисляется по формуле R(вып) = Sn2 / (2 \* Hг ) = 321.622/ ( 2 \* 1,2 ) = 43099.76 м, где Sn - минимальное расстояние видимости поверхности дороги, которое равно 321.62 м (см. п. 1.3.2); Hг - возвышение глаз водителя над поверхностью дороги, принимаемое 1,2 м.

**1.3.5. Минимальный радиус вогнутой вертикальной кривой**

Минимальный радиус вогнутой кривой выполняется по двум критериям : обеспечение видимости поверхности дороги ночью при свете фар и ограничение перегрузки рессор.

Расчет минимального радиуса вогнутой кривой из условия обеспечения видимости выполняется по формуле

R(вогн) = Sn2 / 2 \*[ Нф + Sn \*Sin(α/2) ] = 321.622 / 2 \* [0,7 + 321.62 \* 0,0175)] = 8172.7 (м),

где Нф - возвышение центра фары над поверхностью дороги, принимаемое 0,7 м; α - угол рассеивания света фар, принимаемый равным двум градусам.

Определение минимального радиуса вогнутой вертикальной кривой из условия ограничения перегрузки рессор выполняется таким образом, чтобы перегрузка рессор составляла не более 5% от общей силы тяжести транспортного средства. Из равенства допустимой перегрузки рессор и величины центробежной силы величина минимального радиуса вогнутой вертикальной кривой определяется так:

R (вогн) = 0,157 \*V2 = 0,157 \* 1202 = 2260.8 (м).

Из полученных результатов расчетов в качестве расчетного минимального радиуса вертикальной вогнутой должна быть принята наибольшая, которая обеспечивает соблюдение обоих критериев и в данном случае равна 8172.7 м.

**1.3.6. Минимальный радиус кривой в плане**

Минимальный радиус кривой в плане определяется из условия восприятия центробежной силы при движении транспортного средства по закруглению, то есть требуется обеспечить устойчивость автомобиля против заноса и опрокидывания, а также комфортные условия движения.

Расчетная формула:

R (min) = V2 / [127 \* (m + i(поп) ] = 120\*120 / [ 127 \* ( 0,1+ 0,02 ) ] =944.9 (м), (2.8)

где m - коэффициент поперечной силы (рекомендуется принимать равным 0,1); i(поп) - поперечный уклон проезжей части, который для асфальтобетонного покрытия принимается равным 0,02.

**2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ**

**2.1. Описание предложенного варианта трассы**

Трассирование выполняется на заданной топографической карте местности масштаба 1:10 000 с сечением горизонталей через 2,5 м. Для определения координат вершин углов, начала и конца трассы на километровой сетке карты назначены условные координаты.

Заданный участок трассы между точками А и Б автомобильной дороги Ванино-Лидога расположен в холмистой местности. Начальная точка трассы А задана на северо-западном склоне в верховьях боковой долины одного холма. Конечная

точка Б находится на юго-восточном. Основное направление трассы по воздушной линии - восточное.

В конце первого километра трасса имеет юго-восточное направление и располагается на склоне боковой долины. На ПК 3+44 трасса поворачивает направо, что обусловлено изменением направления боковой долины и позволяет уложить трассу вдоль горизонталей. Поворот трассы осуществляется по закруглению с радиусом кривой 1000м.

После ПК 25 трасса поворачивает налево.

**2.2. Вычисление направлений и углов поворота**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вершина угла поворота | Координаты, м | |
|  | Х | У |
| НТ | 3660,00 | 260,00 |
| ВУ 1 | 3650,00 | 1200,00 |
| ВУ 2 | 1470,00 | 2350,00 |
| КТ | 1270,00 | 3610,00 |

Длина воздушной линии между началом и концом трассы

Lв= [(Хнт –Хкт)2 + (Унт-Укт)2]1/2 = [(3660-1270)2 + (260-3610)2]1/2 = 4115,17 (м).

Расстояние между началом трассы и вершиной 1-го угла поворота

S1= [(Хнт –Х1)2 + (Унт-У1)2]1/2 = [(3660-3650)2 + (260-1200)2]1/2 = 940 (м).

Расстояние между вершинами 1-го и 2-го углов поворота

S2= [(Х1 –Х2)2 + (У1-У2)2]1/2 = [(3650-1470)2 + (1200-2350)2]1/2 = 2464,73(м).

Расстояние между вершинами 2-го и концом трассы

S3= [(Х2 –Хкт)2 + (У2-Укт)2]1/2 = [(1470-1270)2 + (2350-3610)2]1/2 = 1275,77 (м).

Дирекционные углы

D01= Arccos[(X1-Хнт)/S1]= Arccos[(3650-3660)/940]= - 89,4° ,т.к. дирекционный угол отрицательный и линия НТ – ВУ1 имеет Ю-В направление. Полученное значение дирекционного угла необходимо вычесть из 180°. Тогда окончательно положительное направление дирекционного угла будет D01 = 180° - 89,4°= 90,6°

r01 = 89,4°

D12= Arccos[(X2-Х1)/S2]= Arccos[(1470-3650)/2464,73] = - 27,81° ,т.к. дирекционный угол отрицательный и линия НТ – ВУ1 имеет Ю-В направление. Полученное значение дирекционного угла необходимо вычесть из 180°. Тогда окончательно положительное направление дирекционного угла будет D12 = 180° - 27,81° = =152,19°

r12 = 27,81°

D2N= Arccos[(Xкт-Х2)/S3]= Arccos[(1270-1470)/1275,77] = - 81,98° ,т.к. дирекционный угол отрицательный и линия НТ – ВУ1 имеет Ю-В направление. Полученное значение дирекционного угла необходимо вычесть из 180°. Тогда окончательно положительное направление дирекционного угла будет D2N = 180° - 81,98°= =99,02°

r2N = 81,98°



**Рис. 1. Схема к определению расстояний между вершинами углов, направлений и углов поворота трассы.**

Величина 1-го угла поворота:

U1 = D12 - D01 = 152,19° - 90,6° = 61,59°

Величина 2-го угла поворота:

U2=D2N – D12 = 99,02° - 152,19° = 53,17°

**Проверка 1.** Разность сумм левых и правых углов поворота должна быть равна разности дирекционных углов начального и конечного направлений трассы:

SUлев - SUправ = D2N – D01

61,59° - 53,17° = 99,02° - 90,6°

8,42° = 8,42° — верно

**2.3. Расчет элементов закруглений**

**Элементы 1-го закругления.**

Угол поворота U1=61,59°; радиус круговой кривой R1 = 1000 м. Тангенс закругления:

Т1 = R1 \*Tg(U1 / 2) = 1000 \*Tg (61,59°/ 2)= 596 (м).

Кривая закругления: К1 = R1\*π\*U1/180° = 1000 \*3,1416 \* 61,59°/180° = 1074,95 (м).

Домер закругления: Д1 = 2\*Т1 - К1 = 2\*596 - 1074,95 = 117,05 (м).

Биссектриса закругления: Б1= R1\*[(1/Cos(U1/2))-1] = 1000\*[(1/Cos(61,59°/2)-1]=164,14 (м).



**Элементы 2-го закругления.**

Угол поворота: U2=53,17°; радиус круговой кривой R1 =1500 (м).

Тангенс закруглёния: Т2 = R2 \*Tg(U2 / 2) = 1500\*Tg(53,17°/ 2)= 750,65 (м).

**Рис. 2. Схема к определению элементов закругления**

Кривая закругления: К2 = R2\*π\*U2/180° = 1500\*3,1416 \* 53,17°/180° = 1391,99 (м).

Домер закругления: Д2 = 2\*Т2 – К2 = 2\*750,65-1391,99 =109,31 (м).

Биссектриса закругления: Б2= R2\*[(1/Cos(U2/2))-1]= 1500\*[(1/Cos(53,17°/2)-1]=177,34 (м).

**Проверка 2.** Две суммы тангенсов за вычетом суммы кривых должны быть равны сумме домеров:

2еT-еK=еД;

2\*(596+750,65)-(1074,95+1391,99)=117,05+109,31;

226,36=226,36, то есть проверка выполняется.

**2.4. Вычисление положения вершин углов поворота**

Пикетажное положение начала трассы принято L(НТ) = ПК 0+00,00.

Пикетажное положение вершины 1-го угла поворота:

L(ВУ1) = L(НТ) + S1 = 0,00 + 940 = 940(м) или ПК9+ 40,00(м).

Пикетажное положение вершины 2-го угла поворота:

L(ВУ2) = L(ВУ1) + S2-Д1=940+2464,73-117,05=3287,68(м) или ПК32+ 87,68(м).

Пикетажное положение конца трассы:

L(КТ) = L(ВУ2) + S3-Д2 =3287,68+12075,77-109,31= 4454,14(м) или ПК44+ 54,14(м).

Длина трассы:

LТ= L(КТ)- L(НТ)= 4454,14 (м).

**Проверка 3.** Сумма расстояний между вершинами углов поворота за вычетом суммы домеров должна быть равна длине трассы:

еS-еД= LТ; 4680,5-226,36=4454,14; 4454,14=4454,14; то есть проверка выполняется.



# **Рис.3. Схема к определению пикетажных положений начала**

**и конца закругления.**

**2.5. Вычисление пикетажных положений и длин вставок.**

Пикетажное положение начало 1-го закругления:

L(НК1)=L(ВУ1)-Т1= 940-596=344 (м) или ПК3+ 44,00 (м).

Пикетажное положение конца 1-го закругления:

L(КК1)=L(НК1)+К1= 344+1074,95 =1418,95(м) или ПК14+18,95 (м).

Пикетажное положение начало 2-го закругления:

L(НК2)=L(ВУ2)-Т2=3287,68-750,65 =2537,03(м) или ПК25+37,03 (м).

Пикетажное положение конца 2-го закругления:

L(КК2)=L(НК2)+К2= 2537,03+1391,99 =3929,02(м) или ПК39+ 29,02 (м).

Длина 1-й прямой вставки:

P1=L(HK1)-L(HT)=344 (м).

Длина 2-й прямой вставки:

P2=L(HK2)-L(КК1)= 2537,03-1418,95= 1118,08 (м).

Длина 3-й прямой вставки:

P3=L(КТ)-L(КК2)= 4454,14 -3929,02=525,12 (м).

**Проверка 4.** Сумма прямых вставок и кривых должна быть равна длине трассы:

еР+еК= LТ;

1987,2+2466,94=4454,14; 4454,14 =4454,14, то есть проверка выполняется.

**2.6. Основные технические показатели трассы**

## Полученные в п.п. 2.2—2.5 результаты расчета элементов плана трассы систематизированы в табл. 3—ведомости углов поворота, прямых и кривых.

Коэффициент развития трассы:

КР=LT/LВ=4454,14 /4115,17 =1,08

Протяженность кривых с радиусом менее допустимого Rдоп=800м—нет.

Протяженность кривых в плане с радиусом менее 2000м, для которых требуется устройство переходных кривых и виражей, составляет:

Lпкв=К1+К2=1074,95+1391,99=2466,94 (м).

Таблица 3.

Ведомость углов поворота, прямых и кривых

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Точ-ка** | | | | **Положение вершины угла** | | | | | | **Угол поворота, град. мин.** | | | | | | **Радиус R, м** | | | | | | **Элементы кривой, м** | | | | | | **Пикетажное** | | | | | | **S, м** | | | | | | **P, м** | | | | | **D, град. мин.** | | | | |
|  | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | | |  | | | | | | **Начало кривой** | | | | | | **Конец кривой** | | | |  | | | | | |  | | | | | |  | | |
|  | | **ПК** | | | | **+** | | **лев** | | | | **прав** | |  | | | | **Т** | | | **К** | | | **Д** | | | **Б** | | | **ПК** | | | **+** | | | | **ПК** | | **+** | | | |  | | |  | | |  |
| НТ | | 0 | | | | 00,00 | |  | | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |  | | | | 940 | | | 344 | | | 90,6° |
| ВУ1 | | 9 | | | | 40,00 | | - | | | | 61,59° | | 1000 | | | | 596 | | | 1074,95 | | | 117,05 | | | 164,14 | | | 3 | | | 44 | | | | 14 | | 18,95 | | | |  | | |  | | |  |
| ВУ2 | | 32 | | | | 87,68 | | 53,17° | | | | - | | 1500 | | | | 750,65 | | | 1391,99 | | | 109,31 | | | 177,34 | | | 25 | | | 37,03 | | | | 39 | | 29,02 | | | | 2464,73 | | | 1118,08 | | | 152,19° |
| КТ | 44 | | | | 54,14 | |  | | | |  | |  | | | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | | |  | | | |  | |  | | | | 1275,77 | | 525,12 | | | | 99,02° | |
| е |  | | | |  | | 53,17° | | | | 61,59° | |  | | | | 1346,65 | | | 2466,94 | | | 226,36 | | |  | | |  | | |  | | | |  | |  | | | | 4680,5 | | 1987,2 | | | |  | |

**Проверка 1.**; еUл-еUп=Dн-Dк; 61,59° - 53,17° = 99,02° - 90,6°; 8,42° = 8,42°; то есть проверка выполняется.

**Проверка 2.** 2aT-aK=aД; 2\*(596+750,65)-(1074,95+1391,99)=117,05+109,31; 226,36=226,36; то есть проверка выполняется.

**Проверка 3.** aS-aД= LТ; 4680,5-226,36=4454,14; 4454,14=4454,14; то есть проверка выполняется.

**Проверка 4.** aР+aК= LТ; 1987,2+2466,94=4454,14; 4454,14 =4454,14; то есть проверка выполняется.

**3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ 4**

**3.1. Определение руководящих отметок**

Наименьшее возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхности земли для участков 2-го типа местности по условиям увлажнения во 2-й дорожно-климатической зоне при типе грунтов в виде глин принято по данным табл. 1.9 [1] равным Н(2) = 1,8 м.

Наименьшее возвышение поверхности покрытия в местах устройства водопропускных труб:

Н (тр) = d+t+z+hдо=2+0,2+0,5 =2,7(м),

где d - отверстие водопропускной трубы, которое конструктивно принято равным 2 м; t- толщина стенки водопропускной трубы, принятая равной 0,2 м ; z- минимальная толщина грунта и дорожной одежды для предохранения водопропускной трубы от воздействия нагрузок транспортных средств, которая назначается равной 0,50 м; hдо- высота дорожной одежды.

Наименьшее возвышение поверхности покрытия из условия незаносимости дороги снегом: Н(сн) = h(сн) + h2 = 0,3 + 0,7 = 1 (м),

где h(сн) - расчетный уровень снегового покрова, принятый для условий Хабаровского края (см. табл. 1.16 [1]) равным 0,3 м ; h2 - возвышение бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова, которое принято по данным табл. 1.10 [1] для 2-й категории автомобильной дороги равным 0,7 м.

Так как наименьшее возвышение поверхности покрытия из условия снегонезаносимости дороги меньше этой же величины по условиям увлажнения земляного полотна, в качестве расчетного наименьшего возвышения поверхности покрытия для 2-го и 3-го типов местности по условиям увлажнения принимается руководящая отметка, равная 1,8 м.

**3.2. Определение отметок поверхности земли по оси трассы**

Отметки поверхности земли по оси трассы определены для участка автомобильной дороги ПК О...ПК 44. Отметки пикетов и плюсовых точек трассы относительно горизонталей определялись графически путем непосредственного измерения на плане трассы и вычислялись по формуле линейной интерполяции:

Н = Н(min) + (x /l) \*dh,

где Н(min) - отметка нижней горизонтали, м; x - расстояние от нижней горизонтали до пикета (плюсовой точки); l - расстояние между горизонталями по линии наибольшего ската; dh - высота сечения горизонталей, которая для плана трассы равна 2,5 м.

Результаты измерений расстояний по плану трассы и вычисления отметок земли по оси трассы приведены в табл. 4, в которой превышение точки относительно нижней горизонтали определяется так: h= 2,5\*x/L.

Таблица№4  **Отметки земли по оси трассы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПК + | Х,мм | L,мм | h,м | Н(min),м | Н,м |
| 00+00,00 | 4,5 | 8,5 | 1,32 | 52,5 | 53,82 |
| ПК1 | 6 | 14 | 1,07 | 52,5 | 53,57 |
| ПК2 | 8 | 10 | 2 | 50 | 52 |
| ПК3 | 9 | 10 | 2,25 | 47,5 | 49,75 |
| 3+44 | 4,5 | 10 | 1,13 | 47,5 | 48,63 |
| ПК4 | 15 | 16 | 2,34 | 45 | 47,34 |
| ПК5 | 5,5 | 16 | 0,86 | 45 | 45,86 |
| ПК6 | 12 | 16 | 1,88 | 42,5 | 44,38 |
| ПК7 | 4 | 10 | 1 | 42,5 | 43,5 |
| ПК8 | 9 | 11 | 2,05 | 40 | 42,05 |
| ПК9 | 2 | 9 | 0,56 | 40 | 40,56 |
| ПК10 | 3 | 7 | 1,07 | 37,5 | 38,57 |
| ПК11 | 5,5 | 13 | 1,06 | 35 | 36,06 |
| ПК12 | 0 | 0 | 0 | 35 | 35 |
| ПК13 | 10,5 | 12 | 2,19 | 37,5 | 39,69 |
| ПК14 | 5 | 11 | 1,14 | 37,5 | 38,64 |
| 14+18,95 | 6 | 10 | 1,5 | 37,5 | 38,55 |
| ПК15 | 4,5 | 9 | 1,25 | 40 | 41,25 |
| ПК16 | 5,5 | 11,5 | 1,19 | 42,5 | 43,69 |
| ПК17 | 4 | 9 | 1,11 | 45 | 46,11 |
| ПК18 | 12 | 17,5 | 1,71 | 47,5 | 49,21 |
| ПК19 | 0 | 0 | 0 | 47,5 | 47,5 |
| ПК20 | 1,7 | 5 | 0,85 | 42,5 | 43,35 |
| ПК21 | 1 | 4 | 0,63 | 37,5 | 38,13 |
| ПК22 | 3 | 10 | 0,75 | 35 | 35,75 |
| ПК23 | 8,8 | 10 | 2,2 | 32,5 | 34,7 |
| ПК24 | 2 | 9 | 0,56 | 32,5 | 33,06 |
| ПК25 | 0 | 0 | 0 | 32,5 | 32,5 |
| 25+37,03 | 4 | 6 | 1,67 | 30 | 31,67 |
| ПК26 | 1 | 7 | 0,36 | 30 | 30,36 |
| ПК27 | 0,5 | 6,5 | 0,19 | 30 | 30,19 |
| ПК28 | 1 | 5 | 0,5 | 30 | 29,5 |
| ПК29 | 1,5 | 5 | 0,75 | 30 | 29,25 |
| ПК30 | 2 | 6 | 0,83 | 30 | 29,16 |
| ПК31 | 1 | 7 | 0,36 | 30 | 30,36 |
| ПК32 | 4 | 10 | 1 | 30 | 31 |
| ПК33 | 1 | 10 | 0,25 | 30 | 30,25 |
| ПК34 | 1 | 9 | 0,28 | 30 | 30,28 |
| ПК35 | 3 | 16 | 0,47 | 30 | 30,47 |
| ПК36 | 1 | 8 | 0,31 | 27,5 | 27,81 |
| ПК37 | 7 | 9 | 1,94 | 22,5 | 24,44 |
| ПК38 | 4,5 | 8 | 1,41 | 20 | 21,41 |
| ПК39 | 3,5 | 8 | 1,09 | 17,5 | 18,59 |
| 39+29,02 | 1,5 | 8 | 0,47 | 17,5 | 17,97 |
| ПК40 | 1,5 | 8 | 0,47 | 15 | 15,47 |
| ПК41 | 2 | 5 | 0,76 | 12,5 | 13,26 |
| ПК42 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 |
| ПК43 | 1 | 5 | 0,5 | 15 | 15,5 |
| ПК44 | 0 | 0 | 0 | 17,5 | 17,5 |
| КТ | 2 | 5 | 1 | 17,5 | 18,5 |

**3.3. Проектная линия продольного профиля**

По данным табл. 3 построен продольный профиль поверхности земли трассы, который приведен в приложении Б. В пониженных местах продольного профиля на ПК 12, ПК 14, ПК 26, ПК 30, ПК 42 для обеспечения водоотвода конструктивно назначены круглые железобетонные водопропускные трубы диаметром 2 м.

Ломаная линия продольного профиля на участке ПК 0+00…ПК 12+00 проложена в насыпи с отрицательным уклоном -14‰ (спуск). На участке с ПК 12+00…ПК 17+00 ломаная линия проложена в насыпи с положительным уклоном 19‰. Так же на участках ПК 17+00…ПК 24+00; ПК 24+00…ПК 26+00; ПК 26+00…ПК 35+00; ПК 35+00…ПК42 ломаная линия проложена в насыпи с отрицательными уклонами -19‰; -9‰; -1‰; -28‰. А на участке ПК 42+00…ПК 44+54,14 ломаная линия проложена в насыпи с положительным уклоном 30‰ (подъем). С целью снижения высоты насыпи и объемов земляных работ у водопропускных труб проектная линия между ПК 17+00 и ПК 21+00 проходит в выемке глубиной до 2,71 м.

В перелом продольного профиля на ПК 17+00, ПК 35+00 с помощью шаблонов вписаны вертикальные кривые радиусами 15000 м., а на ПК 12+00; ПК 24+00; ПК 42+00 с помощью шаблона вписаны вертикальные кривые радиусом 5000м.

**3.4. Определение отметок по ломаной линии продольного профиля**

На пикете 0 отметка по ломаной линии продольного профиля принята равной 55,62. Первый участок ломаной линии имеет отрицательный продольный уклон -14‰ (спуск) и протяженность 1200 м.

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 1-м участке:

Н(ПК1)=Н(ПК00)-i1\*L=55,62-0,014\*100=54,22 м;

Н(ПК2)=Н(ПК1)-i1\*L=54,22-0,014\*100=52,82 м;

Н(ПК3)=Н(ПК2)-i1\*L=52,82-0,014\*100=51,42 м;

Н(ПК4)=Н(ПК3)-i1\*L=51,42-0,014\*100=50,02 м;

Н(ПК5)=Н(ПК4)-i1\*L=50,02-0,014\*100=48,62 м;

Н(ПК6)=Н(ПК5)-i1\*L=48,62-0,014\*100=47,22 м;

Н(ПК7)=Н(ПК6)-i1\*L=47,22-0,014\*100=45,82 м;

Н(ПК8)=Н(ПК7)-i1\*L=45,82-0,014\*100=44,42 м;

Н(ПК9)=Н(ПК8)-i1\*L=44,42-0,014\*100=43,02 м;

Н(ПК10)=Н(ПК9)-i1\*L=43,02-0,014\*100=41,62 м;

Н(ПК11)=Н(ПК10)-i1\*L=41,62-0,014\*100=40,22 м;

Н(ПК12)=Н(ПК11)-i1\*L=40,22-0,014\*100=38,82 м;

Проверка:

Н(ПК12)=Н(ПК00)-i1\*L=55,62-0,014\*1200=38,82 м.

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 2-м участке, который имеет продольный уклон +19‰ и протяженность 500 м:

Н(ПК13)=Н(ПК12)-i2\*L=38,82+0,019\*100=40,72 м;

Н(ПК14)=Н(ПК13)-i2\*L=40,72+0,019\*100=42,62 м;

Н(ПК15)=Н(ПК14)-i2\*L=42,62+0,019\*100=44,52 м;

Н(ПК16)=Н(ПК15)-i2\*L=44,62+0,019\*100=46,42 м;

Н(ПК17)=Н(ПК16)-i2\*L=46,42+0,019\*100=48,32 м;

Проверка:

Н(ПК17)=Н(ПК12)-i2\*L=38,82+0,021\*600=48,32 м.

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 3-м участке, который имеет продольный уклон -19‰ и протяженность 700 м:

Н(ПК18)=Н(ПК17)-i2\*L=48,32-0,019\*100=46,42 м;

Н(ПК19)=Н(ПК18)-i3\*L=46,42-0,019\*100=44,52 м;

Н(ПК20)=Н(ПК19)-i3\*L=44,52-0,019\*100=42,62 м;

Н(ПК21)=Н(ПК20)-i3\*L=42,62-0,019\*100=40,72 м;

Н(ПК22)=Н(ПК21)-i3\*L=38,82-0,019\*100=38,82 м;

Н(ПК23)=Н(ПК22)-i4\*L=36,92-0,019\*100=36,92 м;

Н(ПК24)=Н(ПК23)-i4\*L=36,02-0,019\*100=35,02 м;

Проверка:

Н(ПК24)=Н(ПК18)-i3\*L=48,32-0,019\*700=35,02 м;

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 4-м участке, который имеет продольный уклон -9‰ и протяженность 200 м:

Н(ПК25)=Н(ПК24)-i4\*L=35,02-0,009\*100=34,12 м;

Н(ПК26)=Н(ПК25)-i4\*L=34,12-0,009\*100=33,22 м;

Проверка:

Н(ПК26)=Н(ПК24)-i4\*L=35,02-0,009\*200=33,22 м;

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 5-м участке, который имеет продольный уклон -1‰ и протяженность 900 м:

Н(ПК27)=Н(ПК26)-i5\*L=33,22-0,001\*100=33,12 м;

Н(ПК28)=Н(ПК27)-i5\*L=33,21-0,001\*100=33,02 м;

Н(ПК29)=Н(ПК28)-i5\*L=33,02-0,001\*100=32,92 м;

Н(ПК30)=Н(ПК29)-i5\*L=32,92-0,001\*100=32,82 м;

Н(ПК31)=Н(ПК30)-i5\*L=32,82-0,001\*100=32,72 м;

Н(ПК32)=Н(ПК31)-i5\*L=32,72-0,001\*100=32,62 м;

Н(ПК33)=Н(ПК32)-i5\*L=32,62-0,001\*100=32,52 м;

Н(ПК34)=Н(ПК33)-i5\*L=32,52-0,001\*100=32,42 м;

Н(ПК35)=Н(ПК34)-i5\*L=32,42-0,001\*100=32,32 м;

Проверка:

Н(ПК35)=Н(ПК26)-i5\*L=33,12-0,001\*900=32,32 м;

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 6-м участке, который имеет продольный уклон -28‰ и протяженность 700 м:

Н(ПК36)=Н(ПК35)-i6\*L=32,32-0,028\*100=29,52 м;

Н(ПК37)=Н(ПК36)-i6\*L=29,52-0,028\*100=26,72 м;

Н(ПК38)=Н(ПК37)-i6\*L=26,72-0,028\*100=23,92 м;

Н(ПК39)=Н(ПК38)-i6\*L=23,92-0,028\*100=21,12 м;

Н(ПК40)=Н(ПК39)-i6\*L=21,12-0,028\*100=18,32 м;

Н(ПК41)=Н(ПК40)-i6\*L=18,32-0,028\*100=15,52 м;

Н(ПК42)=Н(ПК41)-i6\*L=15,52-0,028\*100=12,72 м;

Проверка:

Н(ПК42)=Н(ПК35)-i6\*L=32,32-0,028\*700=12,72 м;

Вычисление отметок ломаной линии продольного профиля на 7-м участке, который имеет продольный уклон +30‰ и протяженность 254,14 м:

Н(ПК43)=Н(ПК42)-i7\*L=12,72+0,030\*100=15,72 м;

Н(ПК44)=Н(ПК43)-i7\*L=15,72+0,030\*100=18,72 м;

Н(КТ)=Н(ПК44)-i7\*L=18,72+0,030\*54,14=20,12м;

Проверка:

Н(КТ)=Н(ПК42)-i7\*L=12,72+0,030\*254,14=20,12 м;

**3.5. Расчет вертикальных кривых**

Первая кривая ПК 12+00.

Исходные данные для расчета:

Пикетажное положение вершины вертикального угла:

L(ВВУ)=1200,00 м.

Радиус вогнутой вертикальной кривой: R=5000 м.

Продольный уклон в начале кривой: i1=-14‰=-0,014.

Продольный уклон в конце кривой: i2=19‰=0,019.

Отметки по ломаной линии продольного профиля (см. п. 3.2):

-вершина вертикального угла Нт(ВВУ)=Нт(ПК12)=38,82 м;

-пикет 11 Нт(ПК 11) = 40,22;

-пикет 13 Нт(ПК 13) = 40,72м.

Расчет элементов вертикальной кривой

Кривая вертикальной кривой:

К=R\*|i1-i2|=5000\*|-0,014-0,019|=165 м.

Тангенс вертикальной кривой:

Т=К/2=165/2=82,5 м.

Биссектриса вертикальной кривой:

Б=Т2/(2\*R)=82,52/(2\*5000)=0,68

Определение пикетажных положений

Пикетажное положение начала вертикальной кривой:

L(НВК)=L(ВВУ)-Т=1200-82,5=1117,5 м или ПК 11+17,50.

Пикетажное положение конца вертикальной кривой:

L(КВК)=L(ВВУ)+Т=1200+82,5=1282,5 м или ПК 12+82,50

*Определение отметок на вертикальной кривой*

Отметка начала вертикальной кривой:

Н(НВК) = Н(ВВУ) + i1\*Т = 38,82+0,014\*82,5 = 39,98 м.

Отметка конца вертикальной кривой:

Н(КВК) = Н(ВВУ) + i2\*Т = 38,82+0,019\*82,5 = 40,39 м.

Вторая кривая ПК 17+00.

Исходные данные для расчета:

Пикетажное положение вершины вертикального угла:

L(ВВУ)=1700,00 м.

Радиус выпуклой вертикальной кривой: R=15000 м.

Продольный уклон в начале кривой: i2=19‰=0,019.

Продольный уклон в конце кривой: i3=-19‰=-0,019.

Отметки по ломаной линии продольного профиля (см. п. 3.2):

-вершина вертикального угла Нт(ВВУ)=Нт(ПК17)=48,32 м;

-пикет 15 Нт(ПК 15) = 44,52-0,24=44,28м;

-пикет 16 Нт(ПК 16) = 46,42-1,14=45,28м;

-пикет 19 Нт(ПК 19) = 46,42-1,14=45,28 м.

-пикет 20 Нт(ПК 20) = 44,52-0,24=44,28м.

Расчет элементов вертикальной кривой

Кривая вертикальной кривой:

К=R\*|i2-i3|=15000\*|0,019+0,019|=570 м.

Тангенс вертикальной кривой:

Т=К/2=570/2=285 м.

Биссектриса вертикальной кривой:

Б=Т2/(2\*R)= 2852/(2\*15000)=2,71

*Определение пикетажных положений*

Пикетажное положение начала вертикальной кривой:

L(НВК) = L(ВВУ) - Т = 1700,00 – 285 = 1415,00 м или ПК 14+15,00.

Пикетажное положение конца вертикальной кривой:

L(КВК) = L(ВВУ) + Т = 1700,00 + 285 =1985,00 м или ПК 19+85,00.

*Определение отметок на вертикальной кривой*

Отметка начала вертикальной кривой:

Н(НВК) = Н(ВВУ) – i2\*Т = 48,32-0,019\*285 = 42,91 м.

Отметка конца вертикальной кривой:

Н(КВК) = Н(ВВУ) –i3\*Т = 48,32-0,019\*285 = 42,91 м.

Третья кривая ПК 24+00.

Исходные данные для расчета:

Пикетажное положение вершины вертикального угла:

L(ВВУ)=2400,00 м.

Радиус вогнутой вертикальной кривой: R=5000 м.

Продольный уклон в начале кривой: i3=-19‰=-0,019.

Продольный уклон в конце кривой: i4=-9‰=-0,009.

Отметки по ломаной линии продольного профиля (см. п. 3.2):

-вершина вертикального угла Нт(ВВУ)=Нт(ПК24)=35,02 м;

-пикет 23 Нт(ПК 23) = 36,92 м;

-пикет 25 Нт(ПК 25) = 34,12 м.

Расчет элементов вертикальной кривой

Кривая вертикальной кривой:

К=R\*|i3-i4|=5000\*|-0,019+0,009|= 50 м.

Тангенс вертикальной кривой:

Т=К/2=50/2=25 м.

Биссектриса вертикальной кривой:

Б=Т2/(2\*R)=252/(2\*5000)=0,06

*Определение пикетажных положений*

Пикетажное положение начала вертикальной кривой:

L(НВК) = L(ВВУ) - Т = 2400,00 – 25 = 2375,00 м или ПК 23+75,00.

Пикетажное положение конца вертикальной кривой:

L(КВК) = L(ВВУ) + Т = 2400,00 + 25 = 2425,00 м или ПК 24+25,00.

*Определение отметок на вертикальной кривой*

Отметка начала вертикальной кривой:

Н(НВК) = Н(ВВУ) + i3\*Т = 35,02+0,019\*25 = 35,5 м.

Отметка конца вертикальной кривой:

Н(КВК) = Н(ВВУ) –i4\*Т = 35,02-0,009\*25 = 34,8 м.

Четвертая кривая ПК 26+00.

Исходные данные для расчета:

Пикетажное положение вершины вертикального угла:

L(ВВУ)=2600,00 м.

Радиус вогнутой вертикальной кривой: R=5000 м.

Продольный уклон в начале кривой: i4=-9‰=-0,009.

Продольный уклон в конце кривой: i5=-1‰=-0,001.

Отметки по ломаной линии продольного профиля (см. п. 3.2):

-вершина вертикального угла Нт(ВВУ)=Нт(ПК26)=33,22 м;

-пикет 25 Нт(ПК 25) = 34,12 м;

-пикет 27 Нт(ПК 27) = 33,12 м.

Расчет элементов вертикальной кривой

Кривая вертикальной кривой:

К=R\*|i4-i5|=5000\*|-0,099+0,001|= 40 м.

Тангенс вертикальной кривой:

Т=К/2=40/2=20 м.

Биссектриса вертикальной кривой:

Б=Т2/(2\*R)=202/(2\*5000)=0,04

*Определение пикетажных положений*

Пикетажное положение начала вертикальной кривой:

L(НВК) = L(ВВУ) - Т = 2600,00 – 20= 2580,00 м или ПК 25+80,00.

Пикетажное положение конца вертикальной кривой:

L(КВК) = L(ВВУ) + Т = 2600,00 + 20 = 2620,00 м или ПК 26+20,00.

*Определение отметок на вертикальной кривой*

Отметка начала вертикальной кривой:

Н(НВК) = Н(ВВУ) + i4\*Т = 33,22+0,009\*20 = 33,40 м.

Отметка конца вертикальной кривой:

Н(КВК) = Н(ВВУ) –i5\*Т = 33,22-0,001\*20 = 33,20 м.

Пятая кривая ПК 35+00

Исходные данные для расчета:

Пикетажное положение вершины вертикального угла:

L(ВВУ) = 3500,00 м.

Радиус выпуклой вертикальной кривой : R = 15000 м.

Продольный уклон в начале кривой: i5 = -1‰ = - 0,001.

Продольный уклон в конце кривой: i6= -28‰ = - 0,028.

Отметки по ломаной линии продольного профиля (см. п. 3.2):

-вершина вертикального угла Нт(ВВУ)=Нт(ПК35)= 32,32 м;

-пикет 33 Нт(ПК 33) =32,52-2,52/(2\*15000)=32,51;

-пикет 34 Нт(ПК 34) =32,42-102,52/(2\*15000)=32,07;

-пикет 36 Нт(ПК 36) = 29,52-102,52/(2\*15000)=29,17.

-пикет 37 Нт(ПК 37) = 26,72-2,52/(2\*15000)=26,71.

Расчет элементов вертикальной кривой

Кривая вертикальной кривой:

К=R\*|i5-i6|=15000\*|-0,001+0,028|=405 м.

Тангенс вертикальной кривой:

Т=К/2=405/2=202,5 м.

Биссектриса вертикальной кривой:

Б=Т2/(2\*R)=202,52/(2\*15000)=1,37

*Определение пикетажных положений*

Пикетажное положение начала вертикальной кривой:

L(НВК) = L(ВВУ) - Т = 3500,00 – 202,5 = 3297,50 м или ПК 32+97,50.

Пикетажное положение конца вертикальной кривой:

L(КВК) = L(ВВУ) + Т = 3500,00 + 202,5 = 3702,50 м или ПК 37+02,50.

*Определение отметок на вертикальной кривой*

Отметка начала вертикальной кривой:

Н(НВК) = Н(ВВУ) – i4\*Т = 32,32+0,001\*202,5 = 32,52 м.

Отметка конца вертикальной кривой:

Н(КВК) = Н(ВВУ) –i5\*Т = 32,32-0,028\*202,5 = 26,65 м.

Шестая кривая ПК 42+00

Исходные данные для расчета:

Пикетажное положение вершины вертикального угла:

L(ВВУ) = 4200,00 м.

Радиус вогнутой вертикальной кривой : R = 5000 м.

Продольный уклон в начале кривой: i6 = -28‰ = - 0,028.

Продольный уклон в конце кривой: i7= 30‰ = 0,030.

Отметки по ломаной линии продольного профиля (см. п. 3.2):

-вершина вертикального угла Нт(ВВУ)=Нт(ПК42)= 12,72 м;

-пикет 41 Нт(ПК 41) = 15,52 +0,2=15,74 м;

-пикет 43 Нт(ПК 43) = 15,52+0,2=15,74 м.

Расчет элементов вертикальной кривой

Кривая вертикальной кривой:

К=R\*|i6-i7|= 5000\*|-0,028-0,030|= 290 м.

Тангенс вертикальной кривой:

Т=К/2= 290/2 = 145 м.

Биссектриса вертикальной кривой:

Б=Т2/(2\*R) =1452/(2\*5000)=2,1

*Определение пикетажных положений*

Пикетажное положение начала вертикальной кривой:

L(НВК) = L(ВВУ) - Т = 4200,00 – 145 = 4055,00 м или ПК 40+55,00.

Пикетажное положение конца вертикальной кривой:

L(КВК) = L(ВВУ) + Т = 4200,00 + 145 = 4345,00 м или ПК 43+45,00.

*Определение отметок на вертикальной кривой*

Отметка начала вертикальной кривой:

Н(НВК) = Н(ВВУ) + i6\*Т = 12,72+0,028\*145 = 16,78 м.

Отметка конца вертикальной кривой:

Н(КВК) = Н(ВВУ) +i7\*Т = 12,72+0,030\*145 = 17,07 м.

**4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

**4.1 Типы поперечных профилей земляного полотна**

Верхняя часть грунтового профиля сложена суглинками, поэтому для возведения земляного полотна в насыпях в качестве грунта принят суглинок. Участок трассы проходит в нестесненных условиях по неплодородным землям, поэтому возможно возведение насыпей из грунта боковых резервов. Рекомендации типовых проектных решений земляного полотна, учтены при назначении следующих типов поперечных профилей земляного полотна:

1. при высоте насыпи до 3-х метров применяется тип 1 с коэффициентом заложения внутреннего откоса 1:4 и внешнего откоса канавы 1:5 на участках ПК 0+00…ПК 9+00, ПК 13, ПК 16, ПК 21+00…ПК 27+00, ПК 31+00 ...ПК 37+00, ПК 43+00…ПК 44+54,14.
2. при высоте насыпи до 6-ти метров применяется тип 3 с коэффициентом заложения внутреннего откоса 1:1,5 на участках ПК 10+00 ...ПК 12+00; ПК 14+00 ...ПК 15+00; ПК 28+00 ...ПК 30+00; ПК 42+00.
3. на участке выемки глубиной до 5-и метров ПК 19 ПК 21 применен тип 9.

**4.2 Расчет поперечного профиля земляного полотна**

на ПК 15+00

**4.2.1 Исходные данные для проектирования**

Для расчета геометрических параметров поперечного профиля земляного полотна на ПК 15+00 приняты следующие исходные данные:

тип поперечного профиля земляного полотна - 3;

грунт земляного полотна – суглинок;

коэффициент заложения внутреннего откоса - m = 4;

проектная отметка по оси дороги - Ноп = 44,28 м;

отметка поверхности земли по оси трассы - Нпз = 41,25м;

рабочая отметка – +3,03 м;

ширина проезжей части - В = 7,50 м;

ширина обочины - с = 3,75 м;

ширина укрепленной полосы обочины - 0,75 м;

поперечный уклон проезжей части - iпч = 20‰;

поперечный уклон обочины – iоб = 40‰;

поперечный уклон поверхности земляного полотна-iзп = 40‰;

толщина дорожной одежды - hдо = 0,80 м;

толщина растительного слоя (по заданию) - hрс = 0,25 м.

**4.2.2 Определение геометрических параметров поперечного профиля земляного полотна**

Технологически покрытие проезжей части и укрепительной полосы обочины устраивается совместно, поэтому поперечные уклоны проезжей части и укрепительной полосы приняты одинаковыми и равными iпч.

Отметка по кромке укрепительной полосы равна:

Нкрп = Ноп - iпч\*[( В / 2 ) + Lк ] =44,28 - 0,020 \*[( 7,50 / 2 ) + 0,75] = 44,19м.

Отметка бровки обочины:

Ноб = Нкрп – iоб\*( с - Lк) = 44,19 - 0,040\*(3,75 - 0,75) = 44,07 м.

Отметка земляного полотна по оси дороги:

Ноз = Ноп - hдо = 44,28 - 0,80 = 43,48 м.

Отметка бровки Нбз и величина уширения d земляного полотна определяются из совместного решения двух уравнений: вычисление отметки Нбз по внутреннему откосу от отметки бровки обочины Ноб и вычисление отметки Нбз от отметки земляного полотна на оси дороги Ноз по уклону поверхности земляного полотна iзп.

Величина уширения земляного полотна :

d = [Ноб-Ноз+iзп\*(с+В/2)]/[(1/m)-iэп]=[44,07-43,48+0,04\*( 3,75 + 7,50 /2)]/ /[(1/1,5)- 0,040 ] = 1,4.

Ширина земляного полотна поверху:

Lзп=В+2\*(с+d)=7,50+2\*(3,75+1,4)=17,8м.

Отметка бровки земляного полотна:

Нбз = Ноз - iзп\*( Lзп / 2 ) = 43,48 – 0,04\*( 17,8 / 2 ) = 43,12 м.

Ширина земляного полотна понизу:

Lзпн=Lзп + 2\*m\*( Нбз - Нпз ) = 17,8+2\*1,5\*( 43,12 – 41,25 ) = 23,41 м.

**4.2.3. Определение ширины полосы отвода**

Горизонтальное проложение внутреннего откоса насыпи:

Lот = ( Ноб - Нпз )\*m = ( 44,07 – 41,25 )\*1,5 =4,23 м.

Ширина полосы временного отвода земли с каждой стороны от граници полосы постоянного отвода:

Lво = 1.00 м.

4.2.4. Расчет площадей поперечного сечения

Площадь снимаемого слоя растительного грунта:

Fсн=Lзпн\* hрс = 24,09\*0,25 = 6,02 м2.-

Площадь насыпи земляного полотна:

Fн =3,03\*(15+23,41)/2=58,28 м2.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнения курсовой работы по проектированию участка автомобильной дороги Ванин-Лидога 2-й категории в Хабаровском крае разработаны основные проектные документы: план трассы, продольный профиль и поперечный профиль земляного полотна, которые характеризуются следующими техническими показателями.

1. Протяженность трассы – 4454,14 м.

2. Запроектировано две кривые в плане с радиусами 1000, 1500 м.

3. Протяженность кривых в плане с радиусом менее 2000 м составляет 2466,94 м.

4. На участке трассы требуется устройство пяти водопропускных труб и одной дамбы.

5. Продольный профиль запроектирован в насыпях по обертывающей.

6. На участке ПК 16…ПК 21 проектная линии проходит в выемке, в пределах которой необходимо предусмотреть мероприятия по обеспечению снегозаносимости.

7. Максимальный продольный уклон - 30‰.

8. Минимальные радиусы вертикальных кривых: выпуклых - 15000 м;

вогнутых- 5000 м.

9. В пределах участка трассы запроектированы по типовым проектным решениям 1, 3 и 9 типы поперечных профилей.

10. Детально запроектирован поперечный профиль земляного полотна на ПК 15+00, для которого рассчитаны геометрические параметры, определены площади поперечного сечения и рассчитаны ширины постоянного и временного отводов земли.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Проектирование основных элементов автомобильных дорог.

Учебное пособие.-Хабаровск: издательство ХГТУ, 2003.-71с.

2. Расчет элементов круговых кривых / Сост. Ю. С. Глибовицкий, В В. Лопашук. - Хабаровск: Хабар. политехн. ин-т, 1986. - 20 с.

3. Вычисление направлений по трассе / Сост. Ю. С. Глибовицкий, В. В Логашук. - Хабаровск: Хабар. политехн. ин-т, 1987. - 24 с.

4. Расчет элементов плана трассы / Сост. В. В. Лопашук, Ю. С. Глибовицкий.- Хабаровск: Хабар. политехн. ин-т, 1988. - 20 с.

5. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. - М.: Госстрой СССР, ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56 с.