Министерство образования Российской Федерации

Уральский филиал

Московского государственного автомобильно-дорожного института

( Технического университета )

# **Расчетно-пояснительная записка к курсовой работе**

## По дисциплине «Основы проектирования автомобильных дорог.»

Студент: Горячев А.С.

Группа: ДА-32

Руководитель работы: Кондратенко Т.А.

Челябинск 2005

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc71016988)

1. [ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ 4](#_Toc71016989)

[1.1. Климатические условия 4](#_Toc71016990)

[1.2. Рельеф местности 7](#_Toc71016991)

[1.3. Почвенно-грунтовые условия 7](#_Toc71016992)

[1.4. Гидрологические и гидрографические условия 7](#_Toc71016993)

[2. РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ 7](#_Toc71016994)

[2.1. Определение категории автомобильной дороги 7](#_Toc71016995)

[2.2. Проверка пропускной способности полосы движения 8](#_Toc71016996)

[2.3. Определение ширины проезжей части 9](#_Toc71016997)

[2.4. Определение ширины земляного полотна 9](#_Toc71016998)

[2.5. Определение минимального радиуса кривой в плане 9](#_Toc71016999)

[2.6. Определение расстояния видимости в продольном профиле 10](#_Toc71017000)

[2.7. Определение предельного продольного уклона 11](#_Toc71017001)

[2.8. Определение минимального радиуса вертикальных кривых 12](#_Toc71017002)

[3.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ 14](#_Toc71017003)

[3.1. Проектирование горизонтальных круговых кривых 14](#_Toc71017004)

[3.2. Проектирование переходных кривых 15](#_Toc71017005)

[3.3 Сравнение вариантов трассы по эксплуатационно-транспортным показателям 25](#_Toc71017006)

[4. РАСЧЕТ НЕПРАВИЛЬНОГО ПИКЕТА 27](#_Toc71017007)

[5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ 27](#_Toc71017008)

[5.1. Расчет контрольных и руководящих рабочих 27](#_Toc71017009)

[5.2. Определение точек нулевых работ 28](#_Toc71017010)

[5.3. Проектирование продольного водоотвода 29](#_Toc71017011)

[6. ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 30](#_Toc71017012)

[6.1. Проектирование земляного полотна в насыпях 30](#_Toc71017013)

[6.2. Расчет поперечного профиля земляного полотна 30](#_Toc71017014)

[6.3. Проектирование земляного полотна в выемках 34](#_Toc71017015)

[6.4. Расчет поперечного профиля земляного полотна 34](#_Toc71017016)

[7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТГОНА ВИРАЖА 36](#_Toc71017017)

[7.1. Правила проектирования 36](#_Toc71017018)

[7.2. Методы расчета 36](#_Toc71017019)

[7.3. Проектирование и расчет уширений 37](#_Toc71017020)

[7.4. Расчет отгона виража 37](#_Toc71017021)

[8. РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ НАСЫПЕЙ И ВЫЕМОК 38](#_Toc71017022)

[9. ЛИТЕРАТУРА 43](#_Toc71017023)

**Введение**

Современная автомобильная дорога представляет собой комплекс сложных инженерных сооружений, обеспечивающий движение транспортного потока с высокими скоростями и необходимую безопасность и комфортабельность движения. Автомобильные дороги должны проектироваться и строиться таким образом, чтобы автомобили могли полностью реализовать свои динамические качества при нормальном режиме работы двигателей.

Дороги подвержены активному воздействию многочисленных природных и климатических факторов (снежным заносам, увлажнению выпадающими осадками, поверхностными и грунтовыми водами и др.). Эти особенности функционирования автомобильных дорог обязательно должны быть учтены при проектировании проектной линии продольного профиля (назначение руководящих рабочих отметок, контрольных отметок водопропускных сооружений) и земляного полотна.

При проектировании автомобильной дороги необходимо в совершенстве владеть приемами оптимального выбора трассы на местности и сбора данных, необходимых для обоснования проектных решений, уметь рассчитывать технические нормативы дороги, обеспечивающие удобство и безопасность грузовых и пассажирских автомобильных перевозок.

Многообразие природных условий Российской Федерации не допускает использования типовых проектов и трафаретных решений. Поэтому от проектировщиков прежде всего требуются творческий подход к проектированию автомобильных дорог, умение находить технически правильные и экономически целесообразные инженерные решения.

1. **Народное хозяйство и природно-климатические условия** **проектирования.**

Область расположена в основном на восточных склонах Южного Урала и прилегающих территориях Зауральского пенеплена; на северо-западе захватывает часть горных хребтов Урала; самая высокая вершина области гора Нургуш (1406м). По характеру поверхности в Челябинской области выделяются две части: западная с грядово-холмистым рельефом (средняя высота 300-500м) и восточная равнинная, имеющая многочисленные западины, пологие гривы (высотой до 20м) и межгривные понижения. Центральная часть области холмистая (высотой до 100-200м). Климат континентальный. Зима холодная, продолжительная. Средняя температура января от -15°С на северо-западе до -17°С на юго-востоке. Лето тёплое, на юго-востоке жаркое. Средняя температура июля 16°С на северо-западе и 18°С на юго-востоке. Осадков от 600мм в горной части до 350мм в год на равнинах; максимум приходиться на лето. Главные реки-Урал и Миасс. Ресурсы гидроэнергии рек 0,3 ГВт. Для водоснабжения Магнитогорска создано Верхнеуральское водохранилище, Челябинска-Аргазинское и Шершнёвское водохранилища. Многочисленны озёра с пресной и солёной водой; крупнейшие из них-Увильды, Иртяш, Тургояк, Большие Касли, Чебаркуль. Преобладают обыкновенные и выщелоченные черноземы, встречаются также серые лесные, горно-лесные серые и лугово-чернозёмные почвы. Лесопокрытая площадь составляет более ¼ всей территории Челябинской области; запасы древесины 185млн. м³. Растительность представлена на Севере осиново-берёзовыми и сосновыми лесами, в центральной части-лесостепью, на юге-разнотравно-злаковыми степями. В горах-елово-пихтовые леса с примесью сосны, лиственницы, липы и дуба. Животный мир состоит преимущественно из лесных и степных форм. Челябинская область-одна из наиболее развитых в индустриальном отношении областей. Большую часть продукции народного хозяйства даёт промышленность, главным образом тяжёлая. Основные отрасли- чёрная и цветная металлургия, машиностроение и металлообработка, химическая промышленность. Энергетика Челябинской области базируется на местном топливе (челябинский буроугольный бассейн) только частично. Крупнейшие предприятия чёрной металлургии- Магнитогорский металлургический комбинат имени В.И. Ленина. Заводы: металлургический, трубопрокатный и ферросплавный- в Челябинске, а также заводы в Златоусте, Аше и Чебаркуле, магнитогорский калибровочный и метизно-металлургические заводы. Производство огнеупоров- на заводе “Магнезит” в Сатке. Цветная металлургия включает Карабашский медеплавильный и Верхнеуфалейский никелевый комбинаты, Челябинский электролитный цинковый завод. Горнодобывающая промышленность представлена добычей железной руды (Бакальское, Магнитогорское, Златоустовские железорудные месторождения), магнезита (Саткинская группа месторождений), графита (Тайгинское месторождение), бурого угля (Челябинский буроугольный бассейн), огнеупорных глин (Нижнеувельское месторождение). Ведущими являются транспортное (производство тракторов и автомобилей), строительно-дорожное, горношахтное и с.х. машиностроение. Протяженность железных дорог 1,8 тыс. км(1976). Главные линии широтного направления: Уфа-Челябинск-Курган, Белорецк-Магнитогорск-Карталы-Тобол. Большую роль играет также меридиальная железная дорога Орск-Карталы-Троицк-Челябинск-Екатеринбург. Достаточно развит автомобильный транспорт. Длина автодорог с твёрдым покрытием 6,1 тыс.км.(1976). Главные автодороги: Уфа-Аша-Миасс-Челябинск-Курган и Троицк-Челябинск-Екатеринбург. Через Челябинскую область проходит сеть транзитных нефтепроводов, газопроводов и авиалиний.

Таблица1.1

Среднемесячные температуры воздуха, 0С

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | I | II | III | IV | V | VI |
| Температура, 0С | -15,8 | -14,3 | -7,4 | 3,9 | 11,9 | 16,8 |
| Месяц | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Температура, 0С | 18,4 | 16,2 | 10,7 | 2,4 | -6,2 | -12,9 |

Таблица 1.2

Среднемесячное количество осадков, мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | I | II | III | IV | V | VI |
| Количество осадков, мм | 16 | 14 | 17 | 21 | 34 | 53 |
| Месяц | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Количество осадков, мм | 76 | 57 | 35 | 37 | 25 | 22 |

Таблица 1.3

Распределение твердых и жидких осадков, %

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | I | II | III | IV | V | VI |
| Твердые осадки | 97 | 92 | 84 | 28 | 2 | - |
| Жидкие осадки | - | - | - | 31 | 76 | 98 |
| Смешанные осадки | 3 | 8 | 16 | 41 | 22 | 2 |
| Месяц | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Твердые осадки | - | - | 1 | 21 | 68 | 99 |
| Жидкие осадки | 100 | 100 | 89 | 37 | 6 | - |
| Смешанные осадки | - | - | 10 | 42 | 26 | 1 |

Таблица 1.4

Повторяемость ветра в январе, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление ветра | с | св | в | юв | ю | юз | з | сз |
| Кол-во повторений, % | 20 | 11 | 1 | 2 | 26 | 23 | 11 | 6 |
| Скорость, м/с | 11,4 | 4,3 | 0,8 | 2,6 | 11,6 | 6,1 | 1,8 | 4,7 |

Таблица 1.5

Повторяемость ветра в июле, %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление ветра | с | св | в | юв | ю | юз | з | сз |
| Кол-во повторений, % | 20 | 16 | 4 | 3 | 8 | 13 | 14 | 22 |
| Скорость, м/с | 5,6 | 3,5 | 1,9 | 1,4 | 2,5 | 2,7 | 3,6 | 6,9 |





1. **Расчёт технических норм автомобильной дороги.**

Категория автомобильной дороги определяется из условия расчета перспективной интенсивности движения по формуле:



где No – исходная интенсивность движения, авт./сут.; Kr – коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения; t – перспективный расчетный срок прогнозирования интенсивности, принимается равным 20 лет.

Исходная интенсивность движения N0=450 авт/сут.



По СНиП 2.05.02-85 автомобильная дорога с интенсивностью движения от 1000 до 3000 авт./сут. относится к III технической категории. Расчетная скорость движения Vр=100 км/ч.

Ширина полосы движения П (м) определяется из условия встречного движения автомобилей по формуле:

  
где b, c – ширина кузова и расстояние между колесами расчетного автомобиля, м; y – ширина предохранительной полосы между серединой внешнего заднего колеса автомобиля и кромкой проезжей части, м; x – величина зазора безопасности между автомобилями и осью проезжей части, м, определяемая по формуле:







Ширину земляного полотна В (м) при двухполосном движении можно определить по формуле:



где а – ширина обочины, м, принимается в зависимости от категории проектируемой дороги и равна 2,5 м.



Теоретическая пропускная способность одной полосы движения определяется по формуле:



где L0 – расстояние между движущимися друг за другом автомобилями, м;



где t – время реакции водителя, t = 1 с; Кэ – коэффициент эксплуатационных условий торможения, для грузовых автомобилей Кэ = 1,7; φi – коэффициент сцепления, принимаемый равным 0,5; i – продольный уклон дороги, принимаемый равным нулю; l – длина преобладающего грузового автомобиля; l0 – зазор безопасности при остановке автомобиля перед препятствием, принимается равным 10 м.







где Пу – коэффициент, учитывающий реальные условия движения автомобиля по дороге, Пу = 0,3…0,5, принимаем 0,4.



Пропускная способность определяется по формуле:



где n – число полос движения; АВ – пропускная способность каждой из полос движения



Наименьший радиус кривой в плане определяется по формуле:



где μ – коэффициент поперечной силы, μ = 0,08; Iпч – поперечный уклон проезжей части, принимается в зависимости от типа покрытия.





В расчетах принимается большее значение радиуса горизонтальной кривой.

Определение расстояния видимости в продольном профиле.

1. Из условия видимости поверхности покрытия.



где L1 – путь, пройденный автомобилем за время с момента, когда водитель увидел препятствие, до начала полного торможения, м; Sт – тормозной путь автомобиля, м.

1. Из условия видимости встречного автомобиля.

  




В расчетах принимается большее значение расстояния видимости.

Определение предельного продольного уклона.



где Д – свободное тяговое усилие на ободе ведущих колес преобладающего грузового автомобиля, отнесенное к единице его веса (динамический фактор); f – коэффициент сопротивления качению колес автомобиля, в расчете принимаем для усовершенствованных покрытий f = 0,015; δ – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся частей автомобиля; j – ускорение автомобиля (при равномерном движении автомобиля с постоянной скоростью j=0 ).

Динамический фактор Д1, вычисленный из условия сцепления колес с покрытием.



где φ1 – коэффициент продольного сцепления автомобильной шины с покрытием, значение которого в зависимости от влажности и износа покрытия изменяется от 0.1 до 0.7. В расчете приняты неблагоприятные условия для движения автомобиля (покрытие дороги влажное, грязное), при этом φ1=0.2;

G, Gсц – общий (при полной нагрузке) и сцепной (приходящийся на ведущую ось) вес автомобиля, кг; РВ – сила сопротивления воздуха, зависящая от скорости движения;



где k – коэффициент обтекаемости грузового автомобиля, k=0.7; VД – скорость движения автомобиля, км/ч, принимается по графику при максимальной работе двигателя на прямой передаче.

F=(0.8….0.9)HB

где H – высота расчетного автомобиля; B – ширина расчетного автомобиля.

Если соблюдается условие Д < Д1, то величину предельного уклона принимают как проектную.







Динамический фактор, определяемый по графикам динамических характеристик расчетного автомобиля при максимальном режиме работы двигателя на прямой передаче, равен 0.04. Следовательно, соблюдается условие Д<Д1, и величина предельного продольного уклона будет найдена по формуле



Определение минимального радиуса выпуклых вертикальных кривых.

1. Из условия видимости поверхности покрытия автодороги.



где Sп – расстояние видимости поверхности покрытия, м; d – высота глаз водителя над поверхностью покрытия, принимаем d=1.2.

2.Из условия видимости встречного автомобиля.



где S0 – расстояние видимости встречного автомобиля, м.

Определение минимального радиуса вогнутых вертикальных кривых.

1. Из условия видимости дороги в ночное время.



где Sп – расстояние видимости поверхности проезжей части дороги в ночное время при свете фар; hф – высота фар над поверхностью покрытия, в расчетах принимается hф=0.8 м; α – угол рассеивания света, α=20.

1. Из условия нагрузки на рессоры.



где a – допускаемое центробежное ускорение, не дающее перегрузку рессор, a=0.5 м/с2.

В расчетах используется большее значение радиуса вертикальной выпуклой и вертикальной вогнутой кривой.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Техническая норма | Данные | | Принятые в проекте |
| По расчету | По СниП  2.05.02-85 |
| Число полос движения | 2 | 2 | 2 |
| Ширина полос движения | 4,25 | 3,5 | 4,25 |
| Ширина обочин | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Ширина земляного полотна | 13,5 | 12 | 13,5 |
| Наибольший продольный уклон | 35 | 60 | 35 |
| Расстояние видимости:  поверхности дороги  встречного автомобиля | 117.88 | 200 | 200 |
|
| 225.27 | 350 | 350 |
| Радиус кривой в плане | 840 | 600 | 840 |
| Радиус вертикальных кривых:  выпуклых  вогнутых | 5789.87 | 10000 | 10000 |
| 2431.35 | 3000 | 3000 |

1. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Положение геометрической оси автомобильной дороги на местности называется трассой. Поскольку трасса при обходе препятствий, на подъемах на холмы и спусках в понижения местности меняет свое направление в плане и продольном профиле, она является пространственной линией.

Графическое изображение проекции трассы на горизонтальную плоскость, выполненное в уменьшенном масштабе, называется планом трассы.

Трасса автомобильной дороги должна проходить в заданном направлении через обозначенные (корреспондирующие) пункты. В данном курсовом проекте эти пункты обозначены точками А и Б. В данном курсовом проекте для сравнения предлагаю принять два варианта трасс: «северный» вариант и «южный» вариант. Каждый из запроектированных вариантов насчитывает три угла поворота. Различают следующие геометрические элементы закругления: угол α, радиус R, тангенс Т, длину кривой К, домер Д, биссектрису Б.

Т= Rtg α/2; К=πRα/180; Д=2Т-К;

По приведенным формулам можно напрямую найти все элементы круговой кривой. Для определения основных геометрических элементов закруглений с переходными кривыми необходимо воспользоваться следующими формулами:

- тангенс Т=Т0+ΔТ; , где Т0- тангенс круговой кривой(по формуле; ΔТ-расстояние от начала переходной кривой до начала круговой кривой(табличная величина);

- биссектриса Б=Б0+ρ, где Б0- биссектриса круговой кривой(по формуле ; ρ- сдвижка круговой кривой(табличная величина);

- длина всей кривой Кз=К0+2L, где К0- длина круговой кривой при угле поворота γ=α-2β, где β- центральный угол круговой кривой, оставшийся после разбивки клотоид, L- длина переходной кривой.

Пикетажное положение главных точек закругления определяют согласно формулам:

ПК НЗ = ПК ВУ – Т;

ПК НКК = ПК НЗ + L;

ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д = ПК НЗ + К;

ПК ККК = ПК КЗ – L.

Проверку выполнения расчетов проводят по формулам:

ПК КТ =ΣК + ΣП;

ПК КТ = ΣS – ΣД;

Σαлев – Σαпр = Азн – Азк,

где: ΣП- сумма длин прямых вставок, м; ΣS- сумма длин всех прямых участков трассы между вершинами углов, м; ΣД- сумма домеров, м; ΣК- сумма длин кривых участков трассы, м; Σαлев- сумма левых углов поворота; Σαпр- сумма правых углов поворота; Азн- азимут начального направления трассы; Азк- азимут конечного направления трассы.

После всех вычислений необходимо провести сравнение по двум вариантам трассы. Сравнение проводят по таким показателям как:

Коэффициент удлинения трассы К= L/L0,

где L – длина трассы по варианту,м.; L0 – длина трассы по воздушной линии, м.

Количество углов поворота на 1 км. трассы находят по формуле

N = n / L,

где n – количество углов поворота по всему варианту трассы; L – длина варианта трассы, км.

Среднее значение угла поворота

где α – значение угла поворота, град.; n – количество углов поворота по варианту трассы.

Кроме этих показателей варианты трасс сравнивают по длине, количеству искусственных сооружений, количеству пересечений в одном уровне.

**Трасса№1**

**Угол№1**α=75° R=100м вписываем две симметричные клотоиды (биклотоида)

T=146,654; K=261,799; D=31.509; A=114.411;L=130.900;t=64.526; ρ=7.031

X=125.402;Y=27.696

ПК НЗ = ПК ВУ – Т=444-146.654=297.343

ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д = 444+146.654-31.509=559.14

ПК КЗ = ПК НЗ + К=297.343+261.799=559.14

**Угол№2** α=48° R=600м вписываем круговую с двумя переходными

T=267.1372 K=502.4 Б=56,78 Д=31,87





А=268,32 



 

Сдвижкой можно пренебречь 

Tк=T+t=267.137+57.196=324.333

Бк=56,78  К0=376,8 Кз=376,8+240=616,8

Д=2Т-К=31,866

ПК НЗ = ПК ВУ – Т=2962,491-324,333=2638,158

ПК НКК=2758,158 ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д = 2962,491+324,333-31,866=3254,958

ПК ККК=3134,958 ПК КЗ = ПК НЗ + К=2638,158+616,8=3254,958   
**Угол№3**α=29° R=600м вписываем круговую кривую с двумя переходными

Т=155,170 К=303,53 Б=19,74 Д=6,81





А=268,328 X0=119,88 Y0=3.99 ρ=0.71 t=57.26

Tк=T+t=155.170+57.26=212.43

Бк=19,74 γ=29-12=17° К0=177,93 Кз=177,93+240=417,93

Д=2Т-К=6,93

ПК НЗ = ПК ВУ – Т=4360,625-212,43=4148,195  
ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д =4360,625+212,43-6,93=4566,125  
ПК КЗ = ПК НЗ + К=4148,195+417,93=4566,125  
ПК НКК=4268,195  
ПК ККК=4446,125

**Трасса№2**

**Угол№1** α=90° вписываем две симметричные клотоиды(биклотоида).

R=200м Кп=2 , Т=374,02 К=628,318 Д=119,722 А=250,662 Б=111,29

t=153.904 ρ=20.116 Xк=295,326 Yк=78,694

ПК НЗ = ПК ВУ – Т=444-374,02=69,98

ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д =444+374,02-119,722=698,298

ПК КЗ = ПК НЗ + К=69,98+628,318=698,298

**Угол№2 α=13°** R=800м вписываем круговую с двумя переходными

Т=91,148 К=181,422 Б=5,175 Д=0,874 β=4,5° 13°>9°

А=309,83 X0=119.96 Y0=2.998 ρ=0,532 t=57.2

Тк=148,348 Б=Б0=5,175 γ=13-9=4° К0=55,82 Кз=55,82+240=295,82  
Д=0,876

ПК НЗ = ПК ВУ – Т=2084,278-148,348=1935,93  
ПК НКК=1935,93+120=2055,93

ПК КЗ = ПК НЗ + К=1935,93+295,82=2231,75

ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д =2084,278+148,348-0,876=2231,75

ПК ККК=2055,93+55,82=2111,75  
**Угол№3 α=53°** R=650 вписываем круговую и две переходные кривые

Т=324,078 К=600,961 Б=76,31 Д=47,195 β=5,5° 53°>11°

А=279,284 X0=119.897 Y0=3.69 ρ=0.697 t=57.59 Tк=381,67 Бк=76,31  
γ=53-11=42° К0=476,233 Кз=716,233 Д=47,1188

ПК НЗ = ПК ВУ – Т=4331,44-381,67=3949,7641

ПК НКК=4069,7641

ПК КЗ = ПК НЗ + К=3949,7641+716,233=4665,9971

ПК КЗ = ПК ВУ + Т – Д =4331,44+381,6759-471188=4665,9971

ПК ККК=4545,9971

Расчет конца трассы и проверку расчета проведем по формулам ПК КТ =ΣК + ΣП =1640,371+3015,9122=4656,2832 ПК КТ = ΣS – ΣД =4656,2833

Т.е. ПК КТ =46+56

Σαлев – Σαпр =66

Азн – Азк =66

Подсчитаем показатели трассы, необходимые для сравнения по формулам

Коэффициент удлинения трассы К= L/L0 =1,18

Количество углов поворота на 1 км. трассы N = n / L =0,6442

Среднее значение угла поворота



Сравнение вариантов трассы по эксплуатационно-транспортным показателям

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Значения показателей по вариантам | | Преимущества и недостатки вариантов | |
| Второй | Первый | Второй | Первый |
| Длина трассы, м | 4656,2832 | 5323,194 | + | - |
| Коэффициент удлинения трассы | 1,18 | 1,35 | + | - |
| Количество углов поворота | 3 | 3 | + | + |
| Количество углов поворота на 1 км трассы | 0,64 | 0,56 | - | + |
| Сумма углов поворота, град | 1560 | 1520 | - | + |
| Среднее значение угла поворота, град | 520 | 50,60 | - | + |
| Количество искусственных сооружений:   * труб * мостов | 2  2 | 3  2 | +  + | -  + |
| Количество пересечений в одном уровне | 1 | 1 | + | + |

После сравнения вариантов трассы второй вариант оказался предпочтительнее.

1. **РАСЧЕТ НЕПРАВИЛЬНОГО ПИКЕТА**

Неправильным пикетом отрезок длиной не равной 100 м, а также точка, обозначающая конец такого отрезка. При изысканиях и проектировании автомобильных дорог неправильные пикеты принимаются в пределах 50…..150 м. L1=ПКобщ-ПККПКз=5323,694-4566,125=757,569

L2=5323.694-4665.9971=657.69

L1-L2=99.87м

Таким образом, неправильный пикет равен 99,87м.

1. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Продольным профилем автомобильной дороги называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость, изображенную в уменьшенном масштабе. Продольный профиль показывает линию фактической поверхности земли и линию проектируемой поверхности дорожного покрытия по оси дороги, линию ординат от точек переломов фактической поверхности земли и точек сопряжения элементов проектной линии продольного профиля.

Нанесение черного профиля производится по отметкам отдельных пикетов. Отметки пикетов определяются методом интерполяции и методом экстраполяции.

Метод интерполяции применяется в том случае, если пикет расположен между двумя соседними горизонталями. Метод экстраполяции используется, когда пикет находится внутри замкнутой горизонтали.

Проектную линию на продольный профиль наносят по обертывающей или по секущей. В данном курсовом проекте применяется смешанный способ нанесения проектной линии из-за сложного рельефа и невозможности использовать какой-то один способ нанесения. Нанесение проектной линии начинают с назначения контрольных, или опорных высотных точек, и установления необходимых возвышений земляного полотна в зависимости от грунтово-гидрологических условий местности и условий снегонезаносимости дороги в зимнее время. Эти возвышения принято называть руководящими рабочими отметками. Поскольку в данном проекте предусмотрено устройство двух безнапорных водопропускных трубы, то для них необходимо определить контрольную отметку по формуле:

H = d + δ + h, (5.1)

где d – высота или диаметр трубы в свету; δ – толщина стенки трубы, принимается 0.2 м.; h – толщина засыпки над трубой (принимается равной толщине дорожной одежды).

Так как диаметр труб одинаковый, то величина контрольной отметки у всех трех труб будет одинаковой и равной:

H = 1 + 0.2 + 0.75 = 1,95 м.

Необходимую высоту насыпей на участках дорог, проходящих по открытой местности, по условию снегонезаносимости зимой во время метелей можно определить по формуле:

H = hн + hсп, где H – высота незаносимой насыпи; hн – расчетная высота снежного покрова (принята равной 0.67 м.);

hсп – возвышение бровки насыпи над рачетным уровнем снегового покрова, необходимое для ее незаносимости (принята равной 0.6 м.).

H = 0.67 + 0.6 = 1.27м.

Минимальная отметка проезжей части мостов при свободном протекании воды

Hmin=РГВ+hб+hр+hдо=146+1+0,5+0,75=148,25

При нанесении проектной линии в дальнейшем будем придерживаться контрольной отметки над трубой, равной 1,95 м., а в качестве руководящей примем отметку, полученную из условия снегонезаносимости, равную 1.27 м.

На продольном профиле данного курсового проекта проектную линию будем наносить методом тангенсов, при котором проектную линию проектируют сопрягающимися прямыми участками с последующим вписыванием в их переломы вертикальных кривых. При определении элементов вертикальной кривой (Т, К, Б) будем использовать формулы:

T = R(i1 – i2) / 2;

К = 2Т;

Б = Т2 / 2R,

где i1 и i2 – уклоны сопрягаемых участков (в тысячных).

Первая вертикальная кривая находится на пикете ПК 33+00 – вогнутая с радиусом R = 3000 м.; i1 = 0.003; i2 = 0.035. Найдем элементы кривой:

T = 3900(0.035 – 0.003) / 2 = 48 м.

К = 96 м.

Б = 21.452 / 2 3900 = 0.384 м.

Вторая вертикальная кривая находится на пикете ПК 10+00 – выпуклая с радиусом R = 10000 м.; i1 = 0.035; i2 = 0.032. Найдем элементы кривой:

T = 10000(0.035 – 0.032) / 2 = 15 м.

К = 30 м.

Б = 15²/ 2 10000= 0.011м.

При переходе проектной линии из выемки в насыпь (или наоборот) необходимо знать пикетажное значение точки перехода (нулевой точки). В случае постоянного продольного уклона проектной линии (на прямом участке) расстояние до нулевой точки от ближайшего пикета находится по формуле:

****

где НЛЕВ и НПР рабочие отметки земляного полотна предыдущего и последующего пикетов; L – расстояние между рабочими отметками, м.

Исходные данные для определения положения нулевых точек:

НЛЕВ(ПК 10)= 2,02 м.; НПР(ПК 11)= 0,48 м.; L = 100 м.



НЛЕВ(ПК 12)= 1,84 м.; НПР(ПК 13)= 0.68 м.; L = 100 м.



НЛЕВ(ПК 21+11)= 2,3 м.; НПР(ПК 22+31)= 0,39м.; L = 120м.



НЛЕВ(ПК22+31)= 0,39м.; НПР(ПК22+69)=2,38м.; L=38 м  
  
НЛЕВ(ПК27)= 1,5м.; НПР(ПК29)=3,32м.; L=200м

НЛЕВ(ПК31)= 2,79м.; НПР(ПК32)=1,1м.; L=100м



НЛЕВ(ПК39+59)= 2,33м.; НПР(ПК40)=2,63м.; L=41м



НЛЕВ(ПК43)= 1,77м.; НПР(ПК45)=1,5м.; L=200м



При проектировании продольного профиля необходимо обеспечить продольный водоотвод, в систему которого входят боковые канавы (кюветы) и резервы. Отвод воды осуществляется в пониженные места рельефа или в водопропускные искусственные сооружения (трубы, мосты и др.). Продольный уклон кювета равен продольному уклону соответствующего участка проектной линии.

1. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Изображение в уменьшенном масштабе сечения земляного полотна вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси дороги, называют поперечным профилем. Для данного курсового проекта были выбраны следующие характерные поперечные профили: для насыпи – ТИП 2, ТИП 3, ТИП 4; для выемки – ТИП 8

Расчет поперечных профилей и их привязка к местности заключаются в нахождении проектных отметок земляного полотна и фактических отметок земли. При расчете отметок подошвы насыпи с учетом поперечного уклона местности особое внимание следует обращать на нахождение расстояния X' и Х1 и Х2. Расстояние X' определяется по формуле:

   
где hд.од – толщина дорожной одежды; iз – поперечный уклон земляного полотна, принимается равным 0.04; В – ширина проезжей части, м.; b1 – ширина обочины, м.; Iп – уклон проезжей части, в долях единицы; i0 – уклон обочины, в долях единицы; i1 – заложение откоса, в долях единицы.

Расстояние Х1 между подошвой насыпи и бровкой земляного полотна определяется по формуле:

 (6.2)

где i2 – уклон естественной поверхности земли, в долях единицы.

Расстояние Х2 между подошвой насыпи и бровкой земляного полотна определяется по формуле:



Расчет Х1 и Х2 в выемках ведется по следующим формулам:





где ik – внутренний уклон кювета, в долях единицы; hk – высота кювета, м.; bk – ширина кювета, м.

ТИП 2. Исходными данными для нахождения X' являются: hд.од=0.75м. - толщина дорожной одежды; В=8.5 м. - ширина проезжей части; b1=2.5 м. - ширина обочины; iп=0.02 - уклон проезжей части; i0=0.04 - уклон обочины; i1=0.25 - заложение откоса.

Расстояние X' определяется по формуле



Исходными дополнительными данными для нахождения Х1 и Х2 (по формулам являются: рабочая отметка hр=1,37 м.; поперечный уклон местности i2=0.008





ТИП 3. Исходными данными для нахождения X' являются:

hд.од=0.75м. - толщина дорожной одежды; В=8.5 м. - ширина проезжей части; b1=2.5 м. ширина обочины

iп=0.02 - уклон проезжей части; i0=0.04 - уклон обочины; i1=0.67- заложение откоса.

Расстояние X' определяется по формуле 

Исходными дополнительными данными для нахождения Х1 и Х2 (по формулам являются: рабочая отметка hр=4.48 м.; поперечный уклон местности i2=0.02.





ТИП 4. Исходными данными для нахождения X' являются: hд.од=0.75м. - толщина дорожной одежды; В=8.5 м. - ширина проезжей части; b1=2.5 м. - ширина обочины; iп=0.02 - уклон проезжей части; i0=0.04 - уклон обочины; i1=0.66- заложение откоса.



Исходными дополнительными данными для нахождения Х1 и Х2 (по формулам являются: рабочая отметка hр=7.63 м.; поперечный уклон местности i2=0.06





ТИП 8. Выемка, глубиной до 1 м. Исходными данными для нахождения X' являются: hд.од=0.75м. - толщина дорожной одежды; В=8.5 м. - ширина проезжей части; b1=2.5 м. - ширина обочины; iп=0.02 - уклон проезжей части; i0=0.04 - уклон обочины; i1=0.67- заложение откоса.

Расстояние X' определяется по формуле :



Исходными дополнительными данными для нахождения Х1 и Х2 (по формулам являются: рабочая отметка hр=0,245 м.; поперечный уклон местности i2=0.011; ik=0.25 - внутренний уклон кювета; hk=0.3 м. - высота кювета; bk=0.40 м. - ширина кювета.





1. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТГОНА ВИРАЖА**

Для повышения устойчивости автомобилей на кривых устраивают односкатный поперечный профиль – вираж с уклоном проезжей части и обочин к центру кривой. В данной курсовой работе расчет отгона виража осуществляется способом нахождения расстояний между поперечниками с заданными высотными отметками. Расстояние находится по формуле:



где L – длина переходной кривой, м.; h – превышение внешней бровки земляного полотна над внутренней бровкой (на заданном поперечнике), м.; h1 –начальное превышение внешней бровки земляного полотна над внутренней, м.; hk – конечное превышение внешней бровки земляного полотна над внутренней бровкой на вираже, м.

Полное уширение проезжей части слагается из свободного геометрического размещения автомобиля на полосе движения и дополнительной величины уширения, зависящей от скорости движения.



Исходные данные: длина переходной кривой l=120 м.; радиус круговой кривой R=650 м.; продольный уклон на участке переходной кривой 0.032; начало переходной кривой находится на ПК 39+50 м. с высотной отметкой 153,33 м.



Расстояния между поперечниками:









По результатам расчета составляется ведомость отметок на отгоне виража.

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  поперечника | ПК+ | Расстояние между поперечниками | Отметки, м | | | | |
| внутренняя | | ось | внешняя | |
| бровка | кромка | бровка | кромка |
| 1-1 | 39+50 | 10  35,74  35,74  38,52 | 152,14 | 152,24 | 152,33 | 152,14 | 152,24 |
| 2-2 | 39+60 | 152,51 | 152,56 | 152,65 | 152,46 | 152,56 |
| 3-3 | 39+95,74 | 153,70 | 153,70 | 153,70 | 153,51 | 153,61 |
| 4-4 | 40+30 | 154,70 | 154,75 | 154,84 | 154,65 | 154,75 |
| 5-5 | 40+68,52 | 155,85 | 155,95 | 156,07 | 155,87 | 155,95 |

**Проектирование и расчёт уширений.**

При движении на горизонтальной кривой все колёса автомобиля описывают траектории разных радиусов: заднее внутреннее колесо описывает кривую самого малого радиуса, преднее наружное – самого большого. В связи с этим автомобиль на кривой занимает большую ширину, чем на прямой. Поэтому на горизонтальной кривой необходимо уширить полосу движения.

Величина полного уширения определяется по формуле:



**8.РАСЧЁТ ОБЪЁМОВ НАСЫПЕЙ И ВЫЕМОК**

Для составления проекта организации работ, выбора типов дорожных машин и оценки стоимости строительства дороги должны быть определены объёмы земляных работ, которые требуется выполнить при возведении земляного полотна. Объёмы земляных работ подсчитывают на основании рабочих отметок продольного профиля.

Короткий участок насыпи между двумя смежными дополнениями продольного профиля при отсутствии поперечного уклона местности может рассматриваться как правильное геометрическое тело – примазоид с трапецеидальным основанием.

Существует три метода подсчёта объёмов земляных работ: табличный, графоаналитический и аналитический.

Для подсчёта объёмов земляных работ использован табличный метод, при котором использовались таблицы Митина, составленные для различной ширины земляного полотна

Ведомость объёмов работ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **КМ** | **ПК** | **+** | **Расстояние** | **Рабочие отметки** | | **Сумма** | | **Профильный объём** | |
| **Насыпь** | **Выемка** | **Насыпь** | **Выемка** | **Насыпь** | **Выемка** |
| 0 | 0 | 00 | 69  31  100  100  100  100  100  100  90  110  100  100 | 2,45 |  | 3,25  2.17  2,36  1,78  2,09  2,88  5,08  7,09  6,46  5,67  6,94  6,16 |  | 1648  446  1625  1187  1410  2039  4016  5515  544,1  4597  5970  5119  1365 |  |
|  | 0 | 69 | 0,825 |  |
|  | 1 | 00 | 1,37 |  |
|  | 2 | 00 | 0,998 |  |
|  | 3 | 00 | 0,792 |  |
|  | 4 | 00 | 1,3 |  |
|  | 5 | 00 | 1,58 |  |
|  | 5 | 00 | 3,50 |  |
|  | 6 | 00 | 3,59 |  |
|  | 6 | 90 | 2,87 |  |
|  | 8 | 00 | 2,8 |  |
|  | 9 | 00 | 4,14 |  |
| 1 | 10 | 00 | 2,02 |  |
|  | 10 | 81 | 81  19  100  73  27  100  100  100  100  100  100  35  65  55  45  11  113  17  14  15  40  100  100  100  100  31  69  100  100  100  100  37  63  100 | 000 |  | 0,68  4,75  7,69  5,94  4,96  5,68  4,26  1,81  1,1  1.29  1,94  3,5  2,3  0,39  2,38  9,23  11,33  7,63  4,65  1,5  1,122  4.8 | 2,02  0,48  2,32  1,84  0.5  0,39    0,58  3,9  6,68  6,15  3,79 | 127  3706  6843  4,887  3899  4618  971  730  423  522  2559  1420  49  8746  11626  6773  3610  295  211  2246 | 297  1594  862  49  253  2220  5681  5119  1381 |
|  | 11 | 00 |  | 0,48 |
|  | 12 | 00 |  | 1,84 |
|  | 12 | 73 |  | 000 |
|  | 13 | 00 | 0.68 |  |
|  | 14 | 00 | 4,07 |  |
|  | 15 | 00 | 3,62 |  |
|  | 16 | 00 | 3,66 |  |
|  | 17 | 00 | 2,28 |  |
|  | 18 | 00 | 2,68 |  |
|  | 19 | 00 | 3 |  |
|  | 19 | 35 | 1,26 |  |
| 2 | 20 | 00 | 0.55 |  |
|  | 20 | 55 | 0,74 |  |
|  | 21 | 00 | 1,2 |  |
|  | 21 | 11 | 2.3 |  |
|  | 22 | 14 | 000 |  |
|  | 22 | 31 |  | 0,39 |
|  | 22 | 45 |  | 000 |
|  | 22 | 60 | 2,38 |  |
|  | 23 | 00 | мост |  |
|  | 24 | 00 | 4,48 |  |
|  | 25 | 00 | 3,15 |  |
|  | 26 | 00 | 1.5 |  |
|  | 27 | 00 | 0.00 |  |
|  | 27 | 31 |  | 0,58 |
|  | 28 | 00 |  | 3,32 |
|  | 29 | 00 |  | 3,36 |
| 3 | 30 | 00 |  | 3.36 |
|  | 31 | 00 |  | 2,79 |
|  | 32 | 00 |  | 1,122 |
|  | 32 | 37 |  | 000 |
|  | 33 | 00 |  |  |
|  | 34 | 00 |  | 4,8 |  | 12,43 |  | 13267 |  |
|  | 35 | 00 | 100 | 7,63 |  | 15,33 |  | **18028** |  |
|  | 36 | 00 | 100 | мост |  |  |  |  |  |
|  | 37 | 00 | 100 | 10,03 |  | 17,73 |  | **24574** |  |
|  | 38 | 00 | 100 | 8,78 |  | 18,81 |  | **12600** |  |
|  | 39 | 00 | 50 | 3,23 |  | 12,01 |  | **2247** |  |
|  | 39 | 50 | 35 | 2,33 |  | 5,56 |  | **804** |  |
|  | 39 | 85 | 15 | 000 |  | 2,33 |  |  |  |
|  | 40 | 00 | 100 |  | 2,63 |  | 2,63 |  | **790** |
|  | 41 | 00 | 100 |  | 4,44 |  | 7,07 |  | **6128** |
|  | 42 | 00 | 100 |  | 3,33 |  | 7,77 |  | **6938** |
|  | 43 | 00 | 54 |  | 1,77 |  | 5,1 |  | **4035** |
|  | 43 | 54 | 56 |  | 000 | 0,03 |  | **12** |  |
|  | 44 | 00 | 100 | 0,03 |  | 1,53 |  | **1013** |  |
|  | 45 | 00 | 100 | 1,5 |  | 5,63 |  | **2288** |  |
|  | 46 | 00 | 50 | 4,13 |  | 10,16 |  | **4983** |  |
|  | 46 | 50 |  | 6,03 |  |  |  |  |  |
| **Сумма** |  |  |  |  |  |  |  | **179558,1** | **35347** |

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Большая советская энциклопедия: в 30 т. М.: Наука, 1970.
2. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. М.: Транспорт,1974. – 56 с.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Часть I. – М.: Транспорт, 1987 – 386 с.
4. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Часть II. – М.: Транспорт, 1987 – 406 с.
5. Митин Н.А. Таблицы для разбивки горизонтальных и вертикальных круговых кривых и закруглений с переходными кривыми на автомобильных дорогах. М.:Транспорт,1983 – 292с.
6. Митин Н.А. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1977 – 544 с.
7. Красильщиков И.М., Елизаров Л.В. Проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1986 – 215 с.
8. Ксенодохов В.И. Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1981 – 431 с.