**Содержание**

Введение

* 1. Климат, рельеф местности

Установление технических нормативов дороги

* 1. Определение перспективной интенсивности движения
  2. Вычисления перспективной интенсивности движения к легковому автомобилю
  3. Определение пропускной способности полосы движения и числа полос движения
  4. Определение ширины проезжей части дороги
  5. Определение продольного уклона
  6. Определение расстояния видимости на проектируемой дороге
     1. Определение видимости поверхности дороги
     2. Определение видимости при обгоне
     3. Определение видимости встречного автомобиля
     4. Определение боковой видимости автомобиля
  7. Определение минимального радиуса кривых в плане
     1. Определение минимального радиуса кривой без учета виража
     2. Определение минимального радиуса кривой с учетом виража
     3. Определение минимального радиуса в ночное время
  8. Определение вертикальных кривых в продольном профиле
     1. Определение радиуса вертикальной кривой выпуклой
     2. Определение радиуса вертикальной кривой вогнутой

1.9 Сводная ведомость основных технических параметров дороги

2. Проектирование дороги в плане

2.1 Проектирование плана трассы

2.2 Расчет элементов кривых в плане трассы

2.3 Вычисление элементов закругления плана трассы

2.4 Определение расстояния между вершинами углов

2.5 Расчет контроля трассы

2.6 Составление ведомости прямых и кривых

3. Проектирование продольного профиля

3.1 Определение отметок точек по горизонтали

3.2 Составление ведомости черных отметок по трассе

3.3 Проектирование продольного профиля

4. Поперечные профили земляного полотна

5. Расчет виража

6. Проектирование конструкций дорожных одежд

7. Подсчет объемов земляных работ

8. Ведомость подсчета расходных материалов

**Введение**

Автомобильный транспорт занимает одно из важных мест в экономике нашей страны. Удельный вес его в общем грузообороте страны увеличивается, а по количеству перевезенных грузов и пассажиров он занимает первое место. По сравнению с другими видами транспорта автомобильный транспорт обладает двумя специфическими особенностями. Для него, во-первых, характерны перевозки на небольшое расстояние по сравнению с железнодорожным, водным и воздушным транспортом и, во-вторых - доставка грузов от поставщика к потребителю.

Успешная работа автомобильного транспорта помимо технических и организационных аспектов перевозок. В значительной степени зависит от состояния автомобильных дорог и технических параметров. Большие уклоны и крутые повороты снижают скорость и полезную нагрузку автомобилей. Неровности, ямы и выбоины на проезжей части, помимо снижения скоростей и нагрузок вызывают преждевременный износ автомобилей. В целом состояние дорог существенно влияет на себестоимость перевозок и финансовые показатели автомобильных предприятий. Автомобильная дорога под влиянием природных условий и воздействия колес автомобилей изнашивается, ее необходимо периодически ремонтировать и непрерывно содержать в состоянии пригодном для нормальных движения. Автомобильные дороги общего пользования по техническим показателям делятся, согласно СНиП II-Д 5-72 на пять категорий. Основным показателем для отнесения дорог и той или другой категории является перспективная интенсивность движения. Автомобильные дороги представляют собой комплекс инженерных сооружений для непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями. В этот комплекс входят земляное полотно, дорожная одежда, мосты, трубы и другие искусственные сооружения, обустройство дорог и защитные сооружения, здания и сооружения автосервиса, дорожных и автотранспортных служб. Параметры состояния элементов дороги и дорожных сооружений определяют ее технический уровень. Современные автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения. Они должны обеспечивать возможность движения потоков автомобилей с высокими скоростями. Их проектируют и строят таким образом, чтобы автомобили могли реализовать свои динамические качества при нормальном режиме работы двигателя, чтобы на поворотах, подъемах и спусках автомобилю не грозили занос и опрокидывание. В течение всего года дорожная одежда должна быть прочной, противостоять динамически нагрузкам, передающимся на нее при движении автомобилей, быть ровной и нескользкой. Все автомобильные дороги страны по их народно-хозяйственному и административному значению делятся на:

1. общегосударственные;
2. республиканские;
3. местные, к которым относятся областные «краевые и автономно-республиканские», районные;
4. ведомственные и внутрихозяйственные.

Общегосударственные, республиканские и местные дороги образуют сеть дорог общего пользования и находятся в ведении дорожных органов, союзных республик и их местных организаций дорожной службы. Ведомственные и внутрихозяйственные дороги обслуживают перевозки отдельных организаций, и свободный проезд по ним может быть ограничен на всем протяжении или на отдельных участках путем установления шлагбаумов или запрещающих знаков.

К общегосударственным относятся дороги: соединяющие столицы государств, важнейшими промышленными и культурными центрами с населением 500 тыс. человек и более, а так же подъезды к этим центрам протяжением до 25 км и обходы этих центров.

К республиканским дорогам относят: соединяющие центры союзных республик и города с населением более 500 тыс. человек, с отдельными центрами областей и другими городами с населением 100-500 тыс. человек.

К местным областным, краевым и автономно-республиканским дорогам относят: соединяющие центры областей и крупных городов с населением 100-500 тыс. человек, с административными центрами районов и национальных округов, а так же со средними, малыми городами с населением 10-100 тыс. человек.

К местным районным дорогам относят: соединяющие центры районов, национальных округов, средние и малые округа с населением 10-100 тыс. человек, с центрами сельских и поселковых советов, центральными усадьбами совхозов и колхозов и их крупными отделениями населенных пунктов при них.

**1. Климат, рельеф местности**

Ивановская область расположена в центральной части Восточно-Европейской равнины. Территория большей части представляет собой полого-волнистую равнину, равномерно и неглубоко расчлененную долинами рек и оврагами. На Северо-западе проходит мореная грядка, являющаяся водоразделом реки Волги и реки Клязмы, на Юго-востоке и Востоке она понижается переходя в левобережье реки Клязмы в песчаную, слегка всхолмленную дюнами равнину и покрытую лесом. На Западе более всхолмленный край Юрьевского Ополья, изрезанного густой овражно-болотной сетью. На Севере полого-волнистая, местами заболоченная равнина. Климат умеренно-континентальный с легким летом «Средняя температура июля 18-19ºС». Осадков 550-600 мл в год. Продолжительность вегетационного периода с температурой выше 5ºС составляет 160-170 суток. Болота занимают 2,9% территории. В Ивановской области наиболее распространены разновидности подзолистых почв и болотные почвы на водоразделах северо-запада и севера области развиты дерново-сильно-и слабо-подзолистые почвы. В понижениях водоразделов подзолисто-глеевые и болотные почвы, в долинах рек – луговые заболоченные. На юго-западе плодородные дерновые, черноземно-видные почвы. По низменному левобережью реки Клязмы и в бассейне реки Лух и на левобережье реки Волги дерново-сильно подзолистые почвы. Ивановская область расположена в переходной полосе от тайги к смешанным лесам. Лесами занято около 1 млн га. Лесистость составляет 38%. Крупные лесные массивы сохранились на левобережье реки Волги и Южном и Тейновском районе. Еловые леса – в междуречье реки Волги и реки Луха. Сосновые боры – на песчаных и супесчаных почвах. Преобладающие породы: береза «35%», сосна «35%», осина «14%», ель «14%», луга занимают около 8% площади, преобладают суходольные луга. Много лугов заболочено.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Область | Повторяемость направлений ветра (числитель) %, средняя скорость ветра по направлению (знаменатель), поворот штилей. Максимальная и минимальная скорость ветра, м/с. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ | штиль | мах из средн. скор. по румб. за январь | С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СВ | штиль | мin из средн. скор. по румб. за июль |
| Иваново | 8/4,2 | 7/3,7 | 9/3,3 | 13/4,4 | 20/4,9 | 21/4,6 | 12/4,8 | 10/4,1 | 4 | 4,9 | 13/3,8 | 14/3,6 | 12/2,8 | 7/3,1 | 12/3 | 15/3,4 | 13/3,7 | 13/4 | 11 | 2,8 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Область | Упругость водяного пара наружного воздуха, гПа | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | средняя месяч. относительн. влажность воздуха в 13ч, % | | количество осадков | | |
| за год | жидкихи смеш. за год | суточный максимум |
|
| наибол. хол. Месяц | наибол. жаркий месяц |
|
|
| Иваново | 2,6 | 2,6 | 3,4 | 5,7 | 8,6 | 12,4 | 14,9 | 13,9 | 10,1 | 6,6 | 4,5 | 3,3 | 84 | 56 | 744 |  | 77 |
| Кинешма | 2,6 | 2,6 | 3,4 | 5,7 | 8,6 | 12,4 | 15 | 13,9 | 10,7 | 6,8 | 4,5 | 3,2 | 83 | 56 | 718 |  | 60 |

**Установление технических нормативов дороги**

* 1. **Определение перспективной интенсивности движения**

N0=N1\*K1+N2\*K2+N3\*K3+N4\*K4+N5\*K5+N6\*K6+N7\*K7+N8\*K8+N9\*K9+N10\*K10+N11\*K11+N12\*K12+N13\*K13+N14\*K14+N15\*K15+N16\*K16+N17\*K17+N18\*K18+N19\*N0=8\*2.575+54\*1.550+119\*2.375+7\*2.533+89\*1.975+67\*2.250+6\*2.592+236\*2.500+12\*2.225+247\*2.667+10\*1.813+235\*1.875+8\*1.763+54\*1.688+23\*2.583+14\*2.700+151\*2.833+12\*2.758+383\*1=20.6+83.7+282.625+17.731+175.775+150.75+15.552+590+26.7+658.749+18.13+440.625+14.104+91.152+59.409+32.4+427.783+33.096+383=3521.881 авт/сут.

N0-приведенная интенсивность движения

N1, N2,Nn- заданные интенсивности движения

K1,K2, Kn- коэффициенты приведения для различных автомобилей к легковому автомобилю.

* 1. **Вычисление расчетной интенсивности движения к легковому автомобилю**

N20=N0\*=3521.881авт/сут.

Учитывая расчетную интенсивность движения устанавливаем техническую категорию проектируемой дороги:

Класс - автомобильная дорога обычного типа;

Категория – III (2 полосы)

* 1. **Определение пропускной способности полосы движения и числа полос движения**



Данные из справочника НИАТ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | С см | а см | V max км/ч | l 0 см |
| ГАЗ -24-02 | 1420 | 1820 | 140 | 4735 |
| УАЗ -469 | 1442 | 1785 | 100 | 4035 |
| УРАЛ -375Д | 2000 | 2675 | 75 | 7366 |
| ЗИЛ –ММЗ-554М | 1800 | 2500 | 90 | 6350 |

А=авт/час – пропускная способность

Для III категории дороги расчетная скорость V=100км/ч

L=l1+Sт+l0+lк – минимальное расстояние между автомобилями

l 1 – путь пройденный автомобилем за время реакции водителя(t=1c – время реакции водителя)

l 1===27.78м.

l 0 – длина автомобиля

Sт – тормозной путь

l k – расстояние между остановившимися автомобилями (от 5 до 10м)

St=Кэ\*V2/254(φ + ι)

Кэ – коэффициент сцепления с покрытием дороги, сухое асфальтобетонное покрытие.

Кэлег=1,2 Кгр=1,4

φ=0,5-коэфициент сцепления с покрытием дороги, сухое асфальтобетонное покрытие.

i- уклон местности i=0 (ровный участок)

**Расчет для легкового автомобиля.**

l1=27.78 м

Stл=

Lл=27,78 м+94,49 м+4,735 м+10 м=137,005 м

Ал=

**Расчет для грузового автомобиля.**

Stгр=

Lгр=27,78 м+110,24 м+7,366 м+10 м=155,386 м

Агр=

**Определение числа полос движения.**

n=α\*Nприв/Z\*P

α-коэффициент перехода от суточной интенсивности к часовой α=1

P=900авт/ч- пропускная способность одной полосы движения (из таблицы)

Z=0.6-расчетный уровень загрузки движения

n=0,1\* (2 полосы движения)

im

ax=0.184-0.01=0.174%=174‰

**Для МАЗ -5549**

Pa=

Pw=

D=

imax=0.11-0.02=0.090%=90‰

**Для Икарус-280**

Pa=

Pw=

D=

imax=0.095-0.02=0.075%=75‰

**1.6 Определение расстояния видимости на проектируемой дороге**

**1.6.1 Определение видимости поверхности дороги**

S’в=l1+St+l0

S’в0,053+-расстояние видимости дороги

l1-путь пройденный за время реакции водителя

St-тормозной путь

l0-(5-10м)

l1=V\*t/3.6

V-скорость автомобиля

t-время реакции =1с



**Для МАЗ 5549**

St=

l1=

S’в=8,3м+9,92м+10м=28м

**Для Икарус-280**

St=

l1=

S’в=11,1м+17,6м+10м=38,7м39м

* + 1. **Определение видимости при обгоне**

S’’в=l1+2\*l2+l3+l0

l2=V1\*(St1-St2)/V1-V2 l3/V3=2\*l2/V1 l3=V3/V1\*2\*l2

V1=60км/ч V2=30км/ч V3=40км/ч

**Для ВАЗ 2106**

l2=

l3=

S’’в=16,6м+2\*49м+65,28м+10м=189,8190м

**Для МАЗ 5549**

l2=

l3=

S’’в=8,3м+2\*49,5м+79,2м+10м=196,5м

V1=40км/ч V2=30км/ч V3=60км/ч

**Для Икарус 280**

l2=

l3=

S’’в=11,1м+2\*31м+93м+10м=176,1м176м

**1.6.3 Определение видимости встречного автомобиля**

**Для ВАЗ 2106**

S’’’в=2\*l1+St1+St2+l0 (м)

S’’’в=2\*2,5м+34м+9,92м+10м=103,92104

**Для Икарус 280**

l1=(V1+V2)/3.6\*t=(40км/ч+30км/ч)/3.6\*1c=19,4м19м

S’’’в=2\*19м+17,6м+9,92м+10м=75,5276м

**Для МАЗ 5549**

l117v=(V1+V2)/3.6\*t=(50км/ч+40км/ч)/3.6\*1c=25м

S’’’в=2\*25м+27,5м+17,6м+10м=105,1м

**1.6.4 Определение боковой видимости автомобиля.**

t=S’’’в/Vавт=Sбок/Vпеш

Sбок= Vпеш/Vавт\*S’’’в

**Для ВАЗ 2106**

Sбок=17м

**Для Икарус 280**

Sбок=

**Для МАЗ 5549**

Sбок==



**1.7 Определение минимального радиуса кривых в плане**

* + 1. **Определение минимального радиуса кривой без учета виража**

Rmin=V2/127\*(µ-in)

V-расчетная скорость движения (км/ч)

µ- коэффициент поперечной силы, принимаемый равным 0,15 для 2-5 категории дороги

in-поперечный уклон двускатного поперечного профиля проезжей части.

in=20‰

**Для ВАЗ 2106**

Rmin=

**Для МАЗ 5549**

Rmin=

**Для Икарус 280**

Rmin=

* + 1. **Определение минимального радиуса кривой с учетом виража.**

Rвир=V2/127\*(µ-iв)

iв=40‰

**Для ВАЗ 2106**

Rвир=

**Для МАЗ 5549**

Rвир=

**Для Икарус 280**

Rвир=

* + 1. **Определение минимального радиуса в ночное время**

R=30\*S’в/2

S’в-расстояние видимости поверхности дороги

α-угол расхождения пучка света фар (α=2)

**Для ВАЗ 2106**

R=

**Для МАЗ 5549**

R=

**Для Икарус 280**

R=

* 1. **Определение вертикальных кривых в продольном профиле**
     1. **Определение радиуса вертикальной кривой выпуклой**

Rвн=(S’’’в)2/2d

d-возвышение глаза водителя над поверхностью дороги

d=1,2-для ле6гкового автомобиля и грузового

**Для ВАЗ 2106**

Rвн=

**Для МАЗ 5549**

Rвн=

**Для Икарус 280**

Rвн=

* + 1. **Определение радиуса вертикальной кривой вогнутой**

Rвогн=V2/13 К

К-коэффициент дополнительного центробежного ускорения. Из условий допустимой перегрузки рессор, чтобы центробежное ускорение не превышало 0,5-0,7 м/с2

**Для ВАЗ 2106**

Rвогн=

**Для МАЗ 5549**

Rвогн=

**Для Икарус 280**

Rвогн=

**2.2 2.3 Расчет элементов кривых в плане трассы**

**Вычисление элементов закругления плана трассы.**

Для 3-категории дороги назначаем R=600м. Измерив угол поворота α=68°30' определяем элементы кривой Ткк Ккк Дкк Бкк

Из таблицы № 1 Митина «Для разбивки кривых на автомобильных дорогах.

При R=1м.

Ткк=0,68088м Ккк =1,19555м Дкк=0,16621м Бкк=0,20979м

При R=600м.

Ткк=408,528м Ккк =717,33м Дкк=99,726 м Бкк=125,874м

**Контроль № 1**

Д=2Т-К=2\*408,528-717,33=99,726м

Из таблицы № 6 находим ∆Т и ∆Б

При R=600м. L=120м.

∆Т=60,66м.

∆Б=1,20м.

По формуле ∆Д=2∆Т-∆L находим ∆Д

∆Д=2\*60,66-120м=1,32м.

Ккк=πRα/180°

Ккк=

Тск= Ткк+∆Т=408,528+60,66=469,188м.

Бск= Бкк+∆Б=125,874+1,20=127,074м.

Дск= Дкк+∆Д=99,726+1,32=101,046м.

Кск= Ккк+L=717,33+120=837,33м.

НЗ=пкВУ-Тск=1200-469,188=730,812м.

НКК= пкНЗ+L=730,812+120=1568,142м.

КЗ=пкНЗ+Кск=730,812+837,33=1568,142м.

ККЗ=пкКЗ-L=1568,142-120=1448,142м.

**Контроль № 2**

пкКЗ= пкВУ+ Тск-Дск

пкКЗ=1200+469,188-101,046=1568,142м.

**Вычисления элементов закругления плана трассы по формулам.**

**Определение тангенса круговой кривой**

Т0кк=R\*tgα/2

Т0кк=600\*tg

**Биссектриса**

Б0кк=R/cosα/2-R

Б0кк=600/cos

**Круговая кривая.**

К0кк=πRα/180°

К0кк=

**Домер**

Д0кк=2Ткк-Ккк

Д0кк+2\*408,52-717,33=99,72м.

L- Определяем по таблице СНИП 205.02-85

При R=600 L=120м.

**Определяем параметры переходной кривой**

C=R\*L

C=600\*120=72000м.

Угол между касательной в конце переходной кривой и тангенсом определяем по формуле

τ=L/2R

τ=

переводим рад → град

0,1 рад=5,73°

**Координаты конца переходной кривой**

x0=L-L5/40C2+L9/3456C4

x0=120-

+



y0=L3/6C-L7/336C3+L11/42240C5

y0==4-2.85\*10-10+0.000000905=3.99999

**Сдвижка Р** определяется по формуле

Р=y0-R\*(1-cosτ)

P=3.999-600(1-cos 5.73°)=3.999-2.999=1м.

**Параметр t**

t=x0-R\*sin τ

t=119.88-600\*sin5.73=59.97м.

**Дополнительный тангенс ∆t**

∆t=x0-R\*sin τ+P\*rg α/2

∆t=119.88-600\*sin 5.73°+1\*tg =119.88-59.90444+0.680875=60.66м.

**Приращение биссектрисы.**

Бр=Р/cosα/2

Бр=

**Основные элементы составной кривой.**

Тск=Т0кк+∆t=408,52+60,66=469,18м.

Бск=Б0кк+Бр=12,87+1,20979=127,079м.

**Центральная круговая**

К1=π\*R\*(α-2τ)/180°

К1=

**Длина составной кривой**

Кск=К1=2\*L

Кск=597,3214,+2\*120=837,33м.

**Домер составной кривой**

Дск=2Тск-Кск

Дск=2\*469,18-837,33=101,04м.

**Контроль по домерам**

Дск=Д0кк-∆Д

∆Д=2\*∆t-L

∆Д=2\*60,66-120=1,32м.

Дск=99,72+1,32=101,04м.

Измерив угол поворота β=62°40' определяем элементы кривой Ткк Ккк Дкк Бкк

Из таблицы № 1 Митина «Для разбивки кривых на автомобильных дорогах.

При R=1м.

Ткк=0,60881м Ккк =1,09374м Дкк=0,12388м Бкк=0,16075м

При R=600м.

Ткк=365,286м Ккк =656,244м Дкк=74,328 м Бкк=69,45м

**Контроль № 1**

Д=2Т-К=730,572-656,244=74,328м

Из таблицы № 6 находим ∆Т и ∆Б

При R=600м. L=120м.

∆Т=60,58м.

∆Б=1,18м.

По формуле ∆Д=2∆Т-∆L находим ∆Д

∆Д=2\*60,58-120м=1,16м.

Ккк=πRα/180°

Ккк=

Тск= Ткк+∆Т=365,286+60,58=425,866м.

Бск= Бкк+∆Б=96,45+1,18=97,63м.

Дск= Дкк+∆Д=74,328+1,16=75,508м.

Кск= Ккк+L=7656,244+120=776,244м.

НЗ=пкВУ-Тск=4100-425,866=3674,134м.

НКК= пкНЗ+L=3674,124+120=3794,134м.

КЗ=пкНЗ+Кск=3674,134+776,244=4450,378м.

ККЗ=пкКЗ-L=4450,378-120=4330,378м.

**Контроль № 2**

пкКЗ= пкВУ+ Тск-Дск

пкКЗ=4100+4250866-75,508=4450,37м.

**Вычисления элементов закругления плана трассы по формулам.**

**Определение тангенса круговой кривой**

Т0кк=R\*tgα/2

Т0кк=600\*tg

**Биссектриса**

Б0кк=R/cosα/2-R

Б0кк=600/cos

**Круговая кривая.**

К0кк=πRα/180°

К0кк=

**Домер**

Д0кк=2Ткк-Ккк

Д0кк+2\*365,284-656,24=74,328м.

L- Определяем по таблице СНИП 205.02-85

При R=600 L=120м.

**Определяем параметры переходной кривой**

C=R\*L

C=600\*120=72000м.

Угол между касательной в конце переходной кривой и тангенсом определяем по формуле

τ=L/2R

τ=

переводим рад → град

0,1 рад=5,73°

**Координаты конца переходной кривой**

x0=L-L5/40C2+L9/3456C4

x0=120-+

y0=L3/6C-L7/336C3+L11/42240C5

y0==4-2.85\*10-10+0.000000905=3.99999

**Сдвижка Р** определяется по формуле

Р=y0-R\*(1-cosτ)

P=3.999-600(1-cos 5.73°)=3.999-2.999=1м.

**Параметр t**

t=x0-R\*sin τ

t=119.88-600\*sin5.73=59.97м.

**Дополнительный тангенс ∆t**

∆t=x0-R\*sin τ+P\*rg α/2

∆t=119.88-600\*sin 5.73°+1\*tg =60.58м.

**Приращение биссектрисы.**

Бр=Р/cosα/2

Бр=

**Основные элементы составной кривой.**

Тск=Т0кк+∆t=365,284+60,58=425,86м.

Бск=Б0кк+Бр=96,45+1,17=97,62м.

**Центральная круговая**

К1=π\*R\*(α-2τ)/180°

К1=

**Длина составной кривой**

Кск=К1=2\*L

Кск=535,89+2\*120=776,24м.

**Домер составной кривой**

Дск=2Тск-Кск

Дск=2\*425,86-776,24=75,50м.

**Контроль по домерам**

Дск=Д0кк-∆Д

∆Д=2\*∆t-L

∆Д=2\*60,58-120=1,16м.

Дск=74,328+1,16=75,48м.

**Производим расчет румбов**

Определим азимуты углов

А 175°00'

243°30'

180°50'

Так как углы находятся в 1 2 и 3 четвертях то расчет ведем по формулам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Четверть | Название четвертей | Зависимость м/у r и А |
| 1 | СВ | r=А |
| 2 | ЮВ | r=180°-А |
| 3 | ЮЗ | r=А-180° |
| 4 | СЗ | r=360°-А |

r ЮВ 5°00'

ЮЗ 36°30

Юз 0°50'

* 1. **Определение расстояния между углов.**

S1= пкВУ1 – пкНТ=1200-0,00=1200м.

S2= пкВУ2- пкВУ1+Дск1=4100-1200+101,046=3001,046м.

S3= пкКТ- пкВУ2+Дск2=4800-4100+75,508=775,508м.

**Определение длины прямого участка**

Пр1= пкНЗ- пкНТ=730,81-0,00=730,81м.

Пр2= пкНЗ ВУ2- пкКЗ ВУ1=3674,13-1568,14=2105,99м.

Пр3= пкКТ- пкКЗ ВУ2=349,63м.

**Контроль №3**

Пр1+Пр2+Пр3+Кск1+Кск2 =S1 +S2+S3-(Дск1-Дск2)

730,81+2105,99+349,63+837,33+776,24=1200+3001,046+775,508-(101,046+75,508)

4800,00=4800,00

**Контроль № 1**

Д=2Т-К=2\*408,528-717,33=99,726м

**Контроль № 2**

пкКЗ= пкВУ+ Тск-Дск

пкКЗ=1200+469,188-101,046=1568,142м.

**Контроль №3**

Пр1+Пр2+Пр3+Кск1+Кск2 =S1 +S2+S3-(Дск1-Дск2)

730,81+2105,99+349,63+837,33+776,24=1200+3001,046+775,508-(101,046+75,508)

4800,00=4800,00

**Схема закрепления трассы**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | ВУ-1  НТ | ВУ-1  ВУ-1  НТ | ВУ-2  ВУ-1  КТ | КТ  ВУ-2 |      |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | ВУ-1  ПК12+00  α=6830  R=600м. | ВУ-2  ПК40+00  β=6240  R=600м. | Рп-1 | Рп-2 | |  |  | |

**Ведомость отметки земли**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п | ПК+ | Отметка земли | примечание |
| 1 | 0+00 | 156,00 | Начало трассы |
| 2 | 1+00 | 153,75 |  |
| 3 | 2+00 | 151,25 |  |
| 4 | 3+00 | 149,16 |  |
| 5 | 3+50 | 148,50 | река |
| 6 | 4+00 | 149,66 |  |
| 7 | 5+00 | 153,40 |  |
| 8 | 6+00 | 154,58 |  |
| 9 | 7+00 | 154,77 |  |
| 10 | 8+00 | 153,64 |  |
| 11 | 9+00 | 155,89 |  |
| 12 | 10+00 | 157,67 | ВУ-1 |
| 13 | 11+00 | 158,96 |  |
| 14 | 12+00 | 161,25 |  |
| 15 | 13+00 | 162,14 |  |
| 16 | 14+00 | 163,33 |  |
| 17 | 15+00 | 162,85 |  |
| 18 | 16+00 | 162,50 |  |
| 19 | 17+00 | 163,21 |  |
| 20 | 18+00 | 162,24 |  |
| 21 | 19+00 | 162,81 |  |
| 22 | 20+00 | 161,98 |  |
| 23 | 21+00 | 162,09 |  |
| 24 | 22+00 | 191,94 |  |
| 25 | 23+00 | 161,77 |  |
| 26 | 24+00 | 161,61 |  |
| 27 | 25+00 | 160,38 |  |
| 28 | 26+00 | 161,33 |  |
| 29 | 27+00 | 162,50 |  |
| 30 | 28+00 | 165,00 |  |
| 31 | 29+00 | 161,78 |  |
| 32 | 30+00 | 159,37 |  |
| 33 | 31+00 | 155,62 |  |
| 34 | 32+00 | 153,50 |  |
| 35 | 33+00 | 153,75 |  |
| 36 | 34+00 | 155,00 |  |
| 37 | 35+00 | 149,06 |  |
| 38 | 36+00 | 146,87 |  |
| 38 | 37+00 | 145,62 |  |
| 40 | 38+00 | 144,00 |  |
| 41 | 39+00 | 142,31 |  |
| 42 | 40+00 | 141,63 |  |
| 43 | 41+00 | 141,30 | ВУ-2 |
| 44 | 42+00 | 142,50 |  |
| 45 | 43+00 | 149,16 |  |
| 46 | 44+00 | 147,50 |  |
| 47 | 45+00 | 149,28 |  |
| 48 | 46+00 | 150,10 |  |
| 49 | 47+00 | 146,00 |  |
| 50 | 48+00 | 147,50 | Конец трасы |

1. **Расчет виража**
2. Переход от двускатного поперечного профиля к односкатному осуществляется путем вращения внешней половины верха земляного полотна вокруг оси проезжей части до достижения односкатного поперечного профиля с уклоном iпр при двускатном профиле. А затем вращением всего верха земляного полотна вокруг оси проезжей части до необходимой величины поперечного уклона на вираже.
3. Переход от нормального уклона внешней обочины Ра прямолинейном участке дороги к уклону проезжей части производится на протяжении 10м. до начала переходной кривой НПК

iд=

b-ширина проезжей части

iд=‰

iд=2,33<3‰

1. Если iд<3‰ то на участке перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном равным уклону проезжей части на прямолинейном участке дополнительный продольный iд=3‰ Тогда длина участка перехода x от двускатного поперечного уклона к односкатному с i=iпр на прямолинейном участке определяется по формуле

x=b\*iпр/iд=7\*20‰/3‰=46,6м.

1. находим уклоны

(через каждые S=10м.)

iвнеш=2\*S\*iпр/x-iпр

сечение S=0 iвнеш=-20‰

сечение S=10м. iвнеш=‰

сечение S=20м. iвнеш=‰

сечение S=30м. iвнеш=‰

сечение S=40м. iвнеш=‰

сечение S=46,6м. iвнеш=‰

1. На внутреннем участке (ч/з каждые S=10м.)

iвутр=(S-x)\*(iв-iпр)/Lк-x+iпр

при S=50м. iвнеш=‰

при S=60м. iвнеш=‰

при S=70м. iвнеш=‰

при S=80м. iвнеш=‰

при S=90м. iвнеш=‰

при S=100м. iвнеш=‰

при S=110м. iвнеш=54,5‰

при S=120м. iвнеш=‰

1. Определим уширение проезжей части с внутренней стороны проезжей части за счет внутренней полосы

∆b'=S\*∆bn/Lк

∆bn=∆b\*n/2

при S=0м. ∆b'=

при S=10м. ∆b'=

при S=20м. ∆b'=

при S=30м. ∆b'=

при S=40м. ∆b'=

при S=50м. ∆b'=

при S=60м. ∆b'=

при S=70м. ∆b'=

при S=80м. ∆b'=

при S=90м. ∆b'=

при S=100м. ∆b'=

при S=110м. ∆b'=

при S=120м. ∆b'=

1. c''=c-∆b'=2.5-0.5=2.0м.

c''-ширина внутренней обочины

c-ширина обочины

∆b'-уширение проезжей части.

1. Превышение оси над бровкой земляного полотна.

H0= c\*iоб+0.5\*b\*iпр

iоб- уклон обочины (60‰)

iпр-уклот проезжей части (20‰)

Н0=2,5\*0,06+0,5\*7\*0,02=0,15+0,07=0,22м.

1. Нс=Н0-iпр(0,5\*b+∆b')=0.22-0.02(0.5\*7+0.4)=0.142м.
2. Нд=Нс- iоб\*с''=0,142-0,06\*2=0,022м.
3. Превышение внешней кромки проезжей части.

Нb=Н0+0,5b\*i H0=100.00

h=3.5\*0.020=0.07м.=>Нb=100.00+0.07=100.07м.

h=2.5\*0.020=0.05м.=>Нa=100.07+0.05=100.012м

h=3.95\*0.020=0.078м.=>Нc=100.00-0.078=99.992м

h=2.1\*0.060=0.126м.=>Нd=99.992-0.126=99.796м

∆H=Ha-H0=100.012-100.0=0.12м.

**1:4**

**2,1**

**1:4**

**2,5**

**3,5**

**3,9**

**+20**

**+20**

**-20**

**-60**

**Ведомость расчета виража**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пикетное  положение  ПК+ | Рассто-  Яние  S, м. | Поперечные  уклоны ‰ | | | | Уши-рение  ПЧ ∆b'(м.) | Превышения (м.) | | | | |
| внешние | | оси | Внутрен-ние | |
| внешние | | внутрен-  ние | |
| б  ров-ка | кром-ка | кромка | бровка |
| обоч | ПЧ | ПЧ | обоч |

**Расчет проектных отметок.**

**Для ПК0**

L=350 м. –от вершины кривой

i=L/R=‰

h=L2/2\*R=

проектные отметки ПК0

Нпр пк0=Н0+h=155,00+1,53=156,53м.

апк0=Нпр-Нз=156,53-156,0=0,53 м.

**Для ПК1**

L=250 м. –от вершины кривой

i=L/R=‰

h=L2/2\*R=

проектные отметки ПК1

Нпр пк0=Н0+h=155,00+0,78=155,78м.

апк0=Нпр-Нз=155,75-153,75=2м.

**Для ПК2**

L=150 м. –от вершины кривой

i=L/R=‰

h=L2/2\*R=

проектные отметки ПК2

Нпр пк0=Н0+h=155,00+0,28=155,28м.

апк0=Нпр-Нз=155,28-151,25=4,03м.

**Для ПК3**

L=50 м. –от вершины кривой

i=L/R=‰

h=L2/2\*R=

проектные отметки ПК3

Нпр пк0=Н0+h=155,00+0,06=156,06м.

апк0=Нпр-Нз=155,06-149,16=5,9м.

**Для ПК3+50**

L=0м. –от вершины кривой

i=L/R=0

h=L2/2\*R=0

проектные отметки ПК3+50

Нпр пк0=Н0+h=155,00

апк0=Нпр-Нз=156,25-148,5=6,5м.

**Для ПК4**

L=50 м. –от вершины кривой

i=L/R=12,5‰

h=L2/2\*R=0,06м.

проектные отметки ПК0

Нпр пк0=Н0+h=155,06м.

апк0=Нпр-Нз=155,06-149,66=5,4м.

**Для ПК5**

L=150 м. –от вершины кривой

i=L/R=3,75‰

h=L2/2\*R=0,28м.

проектные отметки ПК5

Нпр пк0=Н0+h=155,28м.

апк0=Нпр-Нз=155,28-153,40=1,88м.

**Для ПК6**

L=250 м. –от вершины кривой

i=L/R=6,25‰

h=L2/2\*R=0,78м.

проектные отметки ПК6

Нпр пк0=Н0+h=155,78м.

апк0=Нпр-Нз=155,78-154,58=1,2м.

**Для ПК7**

L=350 м. –от вершины кривой

i=L/R=8,75‰

h=L2/2\*R=1,53м.

проектные отметки ПК7

Нпр пк0=Н0+h=156,53м.

апк0=Нпр-Нз=156,53-154,77=1,76м.

**Для ПК8**

L=450 м. –от вершины кривой

i=L/R=11,25‰

h=L2/2\*R=2,53м.

проектные отметки ПК8

Нпр пк0=Н0+h=157,53м.

апк0=Нпр-Нз=157,53-153,64=3,89м.

**Для ПК9**

L=550 м. –от вершины кривой

i=L/R=13,75‰

h=L2/2\*R=3,78м.

проектные отметки ПК9

Нпр пк0=Н0+h=158,78м.

апк0=Нпр-Нз=158,78-155,89=2,89м.

**Для ПК10**

L=650 м. –от вершины кривой

i=L/R=16,25‰

h=L2/2\*R=5,28м.

проектные отметки ПК10

Нпр пк0=Н0+h=160,28м..

апк0=Нпр-Нз=160,28-157,67=2,61м.

**Для ПК11**

L=750 м. –от вершины кривой

i=L/R=18,75‰

h=L2/2\*R=7,03 м.

проектные отметки ПК11

Нпр пк0=Н0+h=162,03м.

апк0=Нпр-Нз=162,03-158,96=3,07м.

**Для ПК12**

L=100 м. –от вершины кривой

i=L/R=12,5‰

h=L2/2\*R=0,62м.

проектные отметки ПК12

Нпр пк0=Н0+h=165,62м.

апк0=Нпр-Нз=165,62-161,25=3,95м.

**Для ПК13**

L=0 м. –от вершины кривой

i=L/R=0‰

h=L2/2\*R=0м.

проектные отметки ПК13

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,00-162,14=2,86м.

**Для ПК14**

проектные отметки ПК14

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-163,33=1,67м.

**Для ПК15**

проектные отметки ПК15

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-162,85=2,15м.

**Для ПК16**

проектные отметки ПК16

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-162,50=2,5м.

**Для ПК17**

проектные отметки ПК17

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-163,21=1,79м.

**Для ПК18**

проектные отметки ПК18

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-162,24=2,76м.

**Для ПК19**

проектные отметки ПК19

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-162,81=2,19м.

**Для ПК20**

проектные отметки ПК20

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-161,98=3,02м.

**Для ПК21**

проектные отметки ПК21

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-162,09=2,91м.

**Для ПК22**

проектные отметки ПК22

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-161,94=3,06м.

**Для ПК23**

проектные отметки ПК23

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-161,77=3,23м.

**Для ПК24**

проектные отметки ПК24

Нпр пк0=Н0+h=165м.

апк0=Нпр-Нз=165,0-161,61=3,39м.

**Для ПК25**

L=230 м. –от вершины кривой

i=L/R=9,2‰

h=L2/2\*R=1,01м.

проектные отметки ПК25

Нпр пк0=Н0+h=165,51м.

апк0=Нпр-Нз=165,51-160,38=5,13м.

**Для ПК26**

L=130 м. –от вершины кривой

i=L/R=5,2‰

h=L2/2\*R=0,34м.

проектные отметки ПК12

Нпр пк0=Н0+h=164,84м.

апк0=Нпр-Нз=164,84-161,33=3,51м.

**6. Проектирование дорожной одежды**

Нагрузки которые воспринимаются дорожной одеждой.

T=0.1

Е1

Е2

Е3

Е4

Qдин=Qт\*Кдин

Qст=50 кН (по табл.)

Кдин=1,3

Qдин=50кН\*1,3=65кН

Расчетные параметры подвижной нагрузки

Д-диаметр отпечатка колеса

Р- давление: МПа

Д=37см

1. **Определение расчетной влажности грунта.**

Целью этого расчета является получение таких показателей грунта как:

**С-**сцепление;МПа

**φ**-угол внутреннего трения:°

**Е**укр- модуль упругости; МПа

Расчетная влажность грунта рассчитывается по формуле:

Wp=Wтаб\*(1+t\*ν)

Где Wтаб- среднее многолетние значение относительной влажности грунта.

t- коэффициент нормированного отклонения принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности.

ν =0,1- относительная влажность грунта

W=

По карте дорожно-климатических зон и подзон определяем зоны и подзоны.

Ивановская область находится во 2 зоне и 4 подзоне. По таблице находим значение влажности Wтаб грунта для легкого суглинка для 1 схемы увлажнения.

Wтаб=0,65

Определим t по таблице ОДН 218.046-01 при Кн=0,90 t=1,32

Найдем Wр=065\*(1+1,32\*0,1)=0,7358

Для 3 категории дороги С-состовляет=0,006 МПа φ=6,750

Модуль упругости рассчитываем для суглинка легкого и тяжелого

Е=38 МПа

**2) Расчет толщины дренирующего слоя одежды**

**І. Целью расчета дренажной конструкции является определение требуемой толщины дренирующего слоя из дискретных материалов**

.Полную толщину дренирующего слоя определяют по формуле:

hп=hнас+hзап

где hнac - толщина слоя, полностью насыщенного водой, м;

hзan - дополнительная толщина слоя, зависящая от капиллярных свойств материала и равная для песков крупных 0,10-0,12 м, средней крупности 0,14-0,15 м и мелких 0,18-0,20 м. Во всех случаях полную толщину дренирующего слоя следует принимать не менее 0,20 м.

Для дренирующего слоя, работающего по принципу осушения

величину hнac устанавливают с помощью номограмм рис.1 и 2 в

зависимости от длины пути фильтрации L и расчетной величины притока воды в дренирующий слой на 1 м qp, определяемой по формуле:

qp = q \*Кп\* Kr \*Kвоr\*Kр /1000, [м3/м2],

где q - осредненное (табличное) значение притока воды в дренирующий

слой при традиционной конструкции дорожной одежды, отнесенное

к 1 м проезжей части, м /м (таб.1)

Кп - коэффициент, учитывающий неустановившийся режим поступления воды из-за неравномерного оттаивания и выпадения атмосферных осадков (таб.2)

Кг - коэффициент гидрологического запаса, учитывающий снижение фильтрационной способности дренирующего слоя в процессе эксплуатации дороги (таб.2)

Квог - коэффициент, учитывающий накопление воды в местах изменения продольного уклона, определяемый при одинаковом направлении участков профиля у перелома по номограмме рис.2 Кр - коэффициент, учитывающий снижение притока воды при принятии специальных мер по регулированию водно-теплового режима (таб.3)

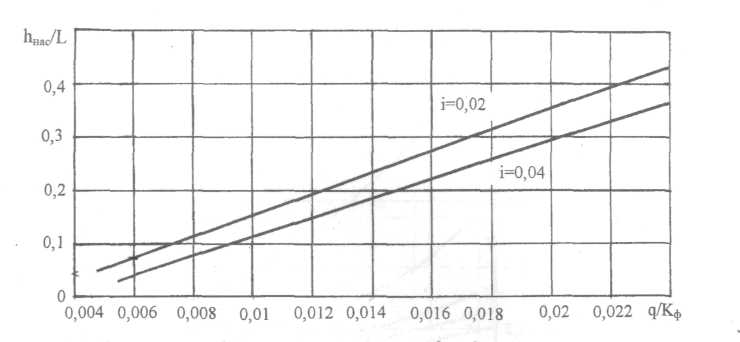


рис.1

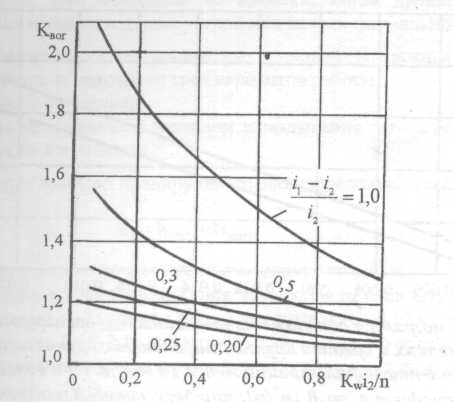


Рис. 2

таб. 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дорожно-климатическая зона | Схема увлажнения рабочего слоя зем. полотна | Объем воды, поступающей в основание дорожной одежды | | | |
| Супесь легкая и песок пылеватый | Суглинок и глина | Суглинок пылеватый | Супесь пылеватая |
| 2 | 1  2  3 | 15/2,5  25/3  60/3,5 | 20/2  50/3  90/4 | 35/3  80/4  130/4,5 | 80/3,5  130/4,5  180/5 |
| 3 | 1  2  3 | 10/1,5  15/2  25/2,5 | 10/1,5  25/2  40/2,5 | 15/2  30/2,5  50/3,5 | 30/3  40/3  60/4 |
| 4 и 5 | 3 | 20/2 | 20/2 | 30/2,5 | 40/3 |

Таб.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Дорожно-климатическая зона | Схема увлажнения | Кп для непылеватых грунтов | Пылеватые грунты | |
| Кп | Кг |
| 2  2 | 1  2  3 | 1,5  1,5  1,6 | 1,5  1,6  1,7 | 1,0/1,0  1,2/1,2  1,3/1,2 |
| 3 | 1  2  3 | 1,4  1,4  1,5 | 1,5  1,5  1,6 | 1,0/1,0  1,1/1,0  1,2/1,1 |
| 3 и 4 | 3 | 1,5 | 1,3 | 1,1/1,0 |

Таб.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| мероприятия | Дорожно-климатическая зона | грунт | | |
| Супесь | Легкий суглинок | Тяжелый суглинок, глины |
| Укрепление обочин в условиях 1-й схемы увлажнения | 2  3  4 | 0,45  0,4  0,35 | 0,30  -  - | 0,15  -  - |
| Монолитные слои основания с пористостью материала до 5% | 1,2,3 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |

q-для суглинка=2

Кп=1.5 (по таб.)

Кг=1.0

Квогн=1

Кр=1

q=м3/м2

**ІІ. Определяем приток воды на погонный метр дородной одежды**

q'=0,5В\*qр

В-ширина проезжей части дороги.

q'=0,5\*7\*0,003=0,0105 м3/м2



L-длина пути фильтрации она выражается по формуле

Lф=Взп/2+m\*hа/б+щ

m(для ІІІ категории)=3

hа/б+щ=0,4 м

Lф=10/2+3\*0, 4=6,2 м

Кф- коэффициент фильтрации

q'/Кф=0, 0105/3=0, 0035

по номограмме (рис 1) определяем

3,5hнас/Lф=0,03

hнас=

hп=hнас+hзап=0,053+0,20=0,253м=25,3см

**ІІІ. Определение толщины песчаного слоя на вираже**

Отличие от предыдущего расчета заключается в определении длины пути фильтрации.

1:m

1:m

>40‰

qр=q\*Кп\*Кг\*Квог\*Кр/1000=0,003м3/м

qВ\*qр=7\*0,003=0,021м3/м

Lф=Взп+2\*m\*hа/б+щ

Lф=10+2\*3\*0,4=12,4м

q'/Кф=0,021/3=0,007=> 0,06 (по рис.1 для i=0,04)

3,5hнас/Lф=0,06

hнас=12,4\*0,06/3,5=0,21м.

hп=0,21+0,20=0,41м.

**ІV. Определение толщины песчаного слоя для работ на осушение с учетом** **запаздывания.**

hп=qр\*Тзап/n+0,3\*hзап/1-φзим: 

где Тзап- средняя продолжительность запаздывания начала работ водоотводящих устройств

qр- расчетное значение воды поступающей за сутки

q= q \*Кп\* Kr /1000=2\*1,0\*1,5/1000=0,0030м3/м2

Тзап=Нпр/Vот=70/2,5=28сут

Нпр- глубина промерзания дорожной одежды

V-скорость оттаивания дорожной одежды

φзим=коэффициент заполнения пор влагой в материале дренирующего слоя к началу оттаивания (по таб.4)

(таб.4)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Толщина дренирующего слоя | Значение φзим во ІІ дорожно-климатической зоне при пористости n, равной | | | |
| 0,4 | 0,36 | 0,32 | 0,28 |
| До 20  20-40  более 40 | 0,4  0,35  0,3 | 0,5  0,4  0,35 | 0,6  0,5  0,45 | 0,7  0,6  0,55 |

hп=0,003\*28/0,36+0,3\*0,2/1-0,35=0,29/0,65=0,446м=44,6см

**V. Расчет по условию сдвигоустойчивости грунта земляного полотна.**

Критерий определения сдвига грунта земляного полотна определяется по формуле:

Кпр≥Тпр/Таф

Где Кпр- коэффициент прочности

Тпр- предельное напряжение сдвига в земляном полотне

Тф- активное, расчетное напряжение сдвига в расчетной точек от действия временной нагрузки. Для определения активного напряжения сдвига всю конструкцию дорожной одежды приводим к однородному полупространству, каждый слой имеет свою четность, которая характеризуется модулем упругости.

Для сдвиговых деформаций

Еа/б= +20°С

По таблице принимаем БДН=90/130

Верхний слой из а/бсмеси-5-6-7см

Нижний слой до 8см, высоко пористый 10см.

Ец М800-120 =350МПа

Ец М300,400 =200МПа

Еср= Еа/б\*h1+Еа/б п\*h2+Ещ\*h3+Еп\*h4/ Σ h

Еср=1200\*5+800\*6+350+30+100+25/5+6+30+25=3602.61 МПа

Еср/Егр=h/Д

Еср/Егр=360,61/40=9,0

Д-диаметр отпечатка колеса

h/Д=66/37=1,78

по номограмме находим активное напряжение

Еср/Егр: h/Д:φ =>τа

τа=0,0232

Таф= τа\*р

Таф=0,0232\*0,6=0,013

Тпр=Кд(Сn+0.1\*γср\*zоп\*tg φст)

Где Сn-сцепление в грунте земляного полотна

φ=0,67° С=0,006 МПа Е=38 МПа

Кд-коэффициент учитывающий особенности работы конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания=1,0

zоп- глубина расположения поверхности слоя, проверяемо на сдвигоустойчивость от верха конструкции.

γср- средневзвешенный удельный вес конструктивных слоев расположенных выше проверяемого слоя

φст- расчетная величина угла внутреннего трения материала поверяемого слоя при статическом действии нагрузки.

Тпр=1\*(0,006+0,1\*0,002\*66\* tg 6,75°)=0,007 МПа

Кпр=Тпр/Та