Министерство общего и профессионального образования **Российской Федерации**

Кафедра АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

По дисциплине «Изыскание и проектирование автомобильных дорог»

**«Проектирование дорожных одежд нежесткого типа»**

Выполнил

Проверил

#### Введение

Курсовая работа выполнена на основании задания, выданного кафедрой «Автомобильные дороги».

Исходными данными для проектирования являются :

1. Задание на разработку курсовой работы.
2. Категория проектирования дороги – 2.
3. Характеристики движения.
4. Дорожно-климатическая зона – 3.
5. Тип местности по условиям увлажнения – 3
6. Грунтовые условия – по результатам бурения скважин глубиной до 5м выявлено наличие слоя песка мелкого толщиной 3,8м.
7. Интенсивность движения – N0=2811 авт/сут.

Проектирование дорожной одежды и земляного полотна представляет собой единый процесс конструирования и расчета дорожной конструкции на прочность, морозоустойчивость, осушение и технико-экономического обоснования вариантов.

В данной работе предусмотрены следующие разделы:

* назначение типа покрытия,
* выбор материалов для устройства слоев дорожной одежды,
* назначение числа слоев и их ориентировочных толщин.

Задачей расчета является уточнение толщины слоев одежды в намеченном варианте конструкции или выбор материалов с соответствующими деформационными и прочностными характеристиками при заданных толщинах слоев.

Расчет на прочность следует производить по трем критериям:

* по допускаемому упругому прогибу всех конструкций,
* по сдвигу в подстилающем грунте, слоях из слабосвязанных материалов и в слоях асфальтобетона,
* на растяжение при изгибе слоев из монолитных материалов.

Курсовая работа представлена пояснительной запиской на страницах и чертежом на 1 листе.

1. **Конструирование дорожной одежды.**

Этапы конструирования включают в себя:

1.Определение типа дорожной одежды и покрытия, минимально допустимого уровня надежности и требуемого коэффициента прочности.

1. Назначение требуемого модуля упругости на поверхности конструкции.

3.Выбор материалов для слоев дорожной одежды, количество слоев и их предварительных толщин.

1. Определение расчетных характеристик материалов дорожной одежды.
   1. **Назначение требуемого модуля упругости.**
      1. **Определение перспективной интенсивности на период до капитального ремонта.**

Перспективную интенсивность движения определяют по закону сложных процентов:

, авт/сут ( 1 )

где:

N0 – интенсивность движения на расчетный год (год ввода дороги в эксплуатацию), авт/сут,

q – ежегодный прирост интенсивности движения,

t=18 лет – срок службы дорожной одежды до капитального ремонта (1, табл.2.4).

Nt=2811\*(1+0,033)18=5043 авт/сут

* + 1. **Определение приведенной интенсивности движения к расчетной нагрузке на одну полосу.**

Приведенную к расчетной нагрузке на одну полосу интенсивность движения определяют по формуле:

, сумм, ед/сут ( 2 )

где:

fполос = 0,55 – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределения движения по ним (1, табл.2.6),

Nm – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств m-ой марки,

Sm, сумм – суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства

m-ой марки к расчетной нагрузке Qрасч (Sm=0,08 – для ГАЗ-53А,Sm=0,2–дляЗИЛ-130, Sm=1,05 – для КАМАЗ-551) (3, табл.2, прил.1).

Np=0,55\*((562,2\*0,08)+(1124,4\*0,2)+(252,99\*1,05))=535,5 ед/сут

Значение Eтр= 220 МПа принимаем по графику 2.1. ( 1 )

## 1.1.3. Выбор конструкции дорожной одежды.

Конструкцию дорожной одежды принимаем типовую.

Покрытия дорожных одежд капитального типа принимает однослойными, т.к. Np < 1500 ед/сут.

Слой покрытия устраиваем из плотной асфальтобетонной смеси марок I-II. Верхний слой основания устраиваем из пористого (или высокопористого) асфальтобетона марок I-II, "черного" щебня и плотных смесей, обработанных с применением органического вяжущего в установке, щебня, обработанного органическими вяжущими методом пропитки, "тощего" пенобетона.

Для нижнего слоя основания применяем каменные материалы I-III класса прочности, укрепленные неорганическими вяжущими или без укрепления.

Таким образом, число слоев – 3. Основание проектируем на 0,6-1,0 м шире покрытия с целью обеспечения нормальных условий работы прикромочной части дорожной одежды.

На основании приведенной к расчетному движению интенсивности, ДКЗ, типа местности по условиям увлажнения, грунта земляного полотна из альбома типовых конструкций дорожной одежды серии 3503-71 принимается следующая схема конструкции дорожной одежды.



1) покрытие – плотный асфальтобетон из горячей мелкозернистой щебеночной смеси типа А (I марки) на битуме БНД 60/90;

2) верхний слой основания – пористый асфальтобетон из горячей крупнозернистой щебеночной смести II марки на битуме БНД 60/90;

3) нижний слой основания – готовая песчано-гравийная смесь, укрепленная 8 % цемента марки М5/1;

4) дополнительный слой основания – песок по ГОСТ 8736-85.

## 1.2. Определение расчетных характеристик грунта земляного полотна и материалов слоев дорожной одежды.

Основные физико-механические свойства грунта земляного полотна (модуль упругости Eгр, угол внутреннего трения φгр, удельное сцепление Сгр) зависят от его расчетной влажности Wр.

Значения Wр вычисляют с учетом неоднородности грунта по влажности:



где W – средняя многолетняя влажность грунта в долях предела текучести Wт ; W = 0,61

Сw – коэффициент вариантности, равный 0,1;

t – коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от заданного уровня проектной надежности; t = 1,71

 =0,61\*(1+1,71\*0,1) = 0,71 Wт

По полученному значению Wт определяем расчетные характеристики грунта земляного полотна – песка мелкого [табл. 10]: Егр = 100 МПа; φгр = 38 0 ; Сгр = 0,005 МПа.

Для дороги II технической категории по табл. 2.2. определяем коэффициент надежности Kн = 0,95 и коэффициент прочности Кпр = 1,0.

Расчетные характеристики остальных материалов определены по табл. 12,13,14,16 [1] и сведены в табл. 1.

Значения расчетных характеристик материалов

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал конструктивного слоя | Расчет по упругому прогибу | Расчет по сопротивлению сдвигу | Расчет на растяжение при изгибе |
| 1. Плотный асфальтобетон | E=1800 МПа | 900 МПа | Е= 4500 МПа / Rн=2,8 МПа |
| 2. Пористый асфальтобетон | E=1200 МПа | 700 МПа | Е= 2800 МПа / Rн=1,6 МПа |
| 3. Готовая песчано-гравийная смесь | E=1000 МПа | 400 | Е= 1000 МПа / Rн=0,7 МПа |
| 4. Песок | E=100 МПа | φгр = 38 0 | Сгр = 0.005 |

# 2. Расчет дорожных одежд на прочность.

## 2.1. Расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу.

Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критериям упругого прогиба, если:



где  - коэффициент прочности дорожной одежды.

 - требуемый модуль упругости.

 - общий модуль упругости конструкции.

Значение рассчитываем с помощью номограммы рис 3,3, последовательно приводя многослойную конструкцию с двухслойной.



Расчет по упругому прогибу можно вести в двух вариантах:

1. Определяя общий модуль упругости конструкции при известных толщинах слоев одежды.
2. Определяя толщину промежуточного слоя при известном модуле конструкции .

Расчет 1-го варианта:

D=0.37 м

Егр=100 МПа

Едоп.осн=1000 МПа hдоп.осн = 0,17 м

Еосн=1200 МПа hосн = 0,08 м

Епокр=1800 МПа hпокр = 0,04 м

Егр/Едоп.осн=100/1000=0,1

hдоп.осн/D = 0,17/0,37=0,46 🡪 Е’общ= 0.23\* Едоп.осн=230

Е’общ/Еосн=230/1200=0.19

hосн/D = 0,08/0,37=0,21 🡪 Е’’общ=0.25\*1200=400 МПа.

Е’’общ /Епокр=400/1800=0.22

hдоп.осн/D = 0,17/0,37=0,46 🡪 Еобщ=0,37\*1800=660 МПа.

Еобщ/Етр=660/220=3>0.95

Вывод: условие надежности и прочности по упругому прогибу выполняется.

## 3.2. Расчет дорожных одежд по сдвигу в подстилающем грунте и малосвязных материалах конструктивных слоев.

Прочность дорожной одежды по сдвигу обеспечена при условии:



где  - допускаемое напряжение сдвига, обусловленное сцеплением в грунте или материале;

Т – активное напряжение сдвига от действующей кратковременной (длительной) нагрузки.

В процессе расчета многослойную конструкцию приводят к двухслойной модели. Рассчитываемый слой условно служит полупространством из слабосвязного материала с присущими ему расчетными характеристиками. Толщину верхнего слоя модели принимают равной сумме толщин всех слоев, расположенных над рассчитываемым , а средний модуль упругости определяют по формуле:



406.4

Определяем напряжения от единичной нагрузки по по рис 3.6 [2]. Для этого вычисляют отношения

=406/120=3,39 , =0,69/0,37=1,86

где D – диаметр нагруженной площади с учетом характера действия нагрузки (подвижная или статическая);

Есл – модуль упругости грунта или материала малосвязного слоя.

Получается н = 0,0135

Определяем напряжения от собственного веса дорожной одежды по рис. 3.2:

= - 0,0062

Действующее в слое активное напряжение сдвига вычисляют по формуле:



где P =0,6 МПа – среднее расчетное давление на покрытие.

=0,0019 МПа.

Допускаемое активное напряжение сдвига вычисляют по формуле:

Тдоп = сгр\*к1\*к2\*к3, МПа.

где сгр – сцепление в грунте активной зоны земляного полотна в расчетный период или в материале малосвязного слоя; сгр – 0,005;

к1 – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления грунта или малосвязного материала сдвигу под агрессивным воздействием подвижных нагрузок; к1 = 0,6;

к2 – коэффициент запаса на неоднородность условий работы дорожной одежды, принимается по рис 3.3; к2=0,89

к3 - коэффициент, учитывающий особенности работы грунта и малосвязных слоев; к3=5

Тдоп = 0,005\*0,6\*0,89\*5=0,0134 МПа

Проверяем условие 

0,91<0.0134/0.0019=7

Условие выполняется.

#### 3.3 Расчет асфальтобетонных слоев по сдвигу

Расчет сдвигоустойчивости асфальтобетона ведут на длительное действие нагрузки при расчетной температуре для всех ДКЗ +50 0С. Допустимое активное напряжение сдвига определяют по формуле:

 МПа

где К – комплексный коэффициент, учитывающий зацепление зерен асфальтобетона и условия его работы (см. табл 3,2);

с – сцепление в слое асфальтобетона (см. табл 3.2).

 МПа.

При расчете асфальтобетона на сдвиг определяют средний модуль упругости его слоев Еср.асф (см формулу), корректируют общий модуль упругости на поверхности нижележащих слоев Еобщ.осн и вычисляют отношения по формулам:

767 МПа

=767/400=1,92

= 0,12/0,37=0,32.

Получается н = 0,035 = - 0,002

Активное напряжение сдвига:

=0,019 МПа.

Проверяем условие 

0,91<0,22/0.019=11,6

#### 3.4. Расчет конструктивных слоев из монолитных материалов на растягивающие напряжения при изгибе

Критерий прочности:



где  - предельно допустимое растягивающее напряжение материала слоя с учетом усталостных явлений

 - наибольшее растягивающее усилие в рассматриваемом слое;

Для расчета приводим конструкцию к двухслойной системе с общим модулем упругости основания, рассчитанным по номограмме.

Определяем средний модуль упругости пакета из асфальтобетонных слоев:

3367 МПа

=3367/230=14,64

= 0,12/0,37=0,32.

Получается г = 2,5 МПа.

Полное растягивающее напряжение:

=2,5\*0,6\*0,85=1,28 МПа.

где  - коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля со спаренными баллонами (=0,85)

Определяем допускаемое напряжение:



где  = 1,6 МПа – расчетная прочность на растяжение при изгибе пористого асфальтобетона;

t = 1,32 – нормативное отклонение от среднего значения;

 = 0,1 – коэффициент вариации;

 = 1,1 – коэффициент усталости, учитывающий многократное воздействие нагрузки, определяется по рис 3.4 [1];

=1,0 – коэффициент, учитывающий снижение прочности материала под действием природно – климатических факторов.

=1,53

Проверяем условие 

0,91<1,53/1,28=1,2

#### 3.5 Расчет морозоустойчивости дорожной одежды при 3-м типе местности.

Специальных мероприятий, обеспечивающих морозоустойчивость дорожной одежды, не требуется в следующих случаях:

1. в районах с малой глубиной промерзания (IV и V ДКЗ);
2. на земляном полотне, сложенном на всю глубину промерзания неморозоопасными грунтами (пески, супеси легкие, крупные);
3. при толщине одежды, необходимой по условиям прочности и превышающей 2/3 глубины промерзания;
4. На местности, отнесенной по усл. увлажнения к I типу.
5. И т.д.

Так как земляное полотно на глубину 3,8 м сложено из мелких песков (по заданию), то специальных мероприятий, обеспечивающих морозоустойчивость дорожной одежды, не требуется.

Расчет дренирующего слоя также не требуется по тем же условиям.