

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

БРЕСТСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра технологии строительного производства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по проектированию дорожных одежд накатного типа
к курсовому проекту "Проектирование и строитель-
ство сельскохозяйственных дорог" для студентов
специальности I205 "Сельскохозяйственное строи-
тельство"

Брест 1980 г.

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по проектированию дорожных одежд нежесткого типа являются продолжением методических указаний "Проектирование с/х дорог" к курсовому проекту "Проектирование и строительство сельскохозяйственных дорог".

В данных методических указаниях дана методика конструирования и расчёта дорожных одежд нежесткого типа согласно инструкции ВСН46-72 для дорог 4, 5 категорий.

1. Дорожная одежда

Дорожная одежда это конструкция проезжей части, включающая несколько слоёв из различных материалов. Дорожная одежда должна быть экономичной и надёжной.

В нежестких дорожных одеждах различают следующие конструктивные слои: покрытие, основание и дополнительный слой основания. В отдельных случаях вся дорожная одежда может состоять из одного слоя, например простейшие конструкции из гравийных и других материалов.

Дорожную одежду укладывают на грунтовое основание, т.е. на земляное полотно, в пределах которого возникают напряжения от временной нагрузки ^{автомобилей}. Во всех случаях проектирования дорожную одежду следует рассматривать в комплексе с земляным полотном. Дорожная одежда и земляное полотно составляют дорожную конструкцию.

2. ВЫБОР ТИПА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Тип покрытия назначают в соответствии с транспортно-эксплуатационными требованиями, категорией и значением дороги, составом и интенсивностью ожидаемого движения, климатическими условиями, обеспеченностью строительными материалами и техникой. При конструировании дорожной одежды необходимо возможно полнее использовать местные материалы.

При выполнении курсового проекта можно пользоваться табл. I и табл. 2, где даны типы покрытий для различных категорий дороги с рекомендуемой толщиной покрытия и основания выбранные из сборника "Типовые конструкции дорожных одежд" Союздорпроект. Меньшие толщины покрытий следует принимать для интенсивности движения близкой к нижнему пределу для данной категории, боль-

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТИПЫ ПОКРЫТИЙ И ОСНОВАНИЙ ДОРОГ

табл. №1

1	2	толщина покрытия см.		категория дороги	ТИПЫ ОСНОВАНИЙ														
		Верхний слой	Нижний слой		Щебеночное или шлаковос		Щебеночное, шлаковос или гравийное		Двухслойное с щебенкой		Гравийное		Щебеночное укрепленное цементом	Щебеночное гравийное или шлаковос		Грунт укрепленный неорганическими вяжущими	Гравийное		
					70-120 (150)		70-120 (150)		с верхним слоем из щебня № 20		с верхним слоем из щебня № 20			Верхний слой	Нижний слой			Верхний слой	Нижний слой
					Верхний слой	Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой							
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
I-II	Усовершенствованные капитальные одно- и двухслойные монолитные цементно-																		
III	Двухслойное асфальтобетонное	3,5-4,5	5	II	6	15-33	8	16-32	6-8	17-32	—	—	8	16-32	—	—			
		3,5-4,5	6	II	—	—	—	—	—	—	—	19-27	—	—	—	—			
		3,0-4,5	5	II	4	15-28	8	15-29	6	17-28	—	—	8	15-28	—	—			
		3,0-4,5	6	II	—	—	—	—	—	—	—	17-29	—	—	17-39	—			
IV	Однослойное асфальтобетонное	6	—	II	6	18-38	—	—	6-8	17-30	—	—	—	—	—	—			
		5	—	II	4	18-36	—	—	6	18-29	—	—	—	—	—	—			
V	Черное щебеночное (с ч/к кладкой в горячем состоянии) с поверхностной обработкой.	6-8	—	II	8	17-37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
		6-8	—	II	6	17-39	8	18-37	—	—	—	—	—	8	18-37	—			
		6-8	—	III	4	15-34	8	16-36	—	—	—	—	8	15-36	—	—			
		8	—	II	—	—	—	—	—	—	6	23-33	—	—	—	—			
		8	—	III	—	—	—	—	—	—	6	20-31	20-27	—	—	—			
		6	—	III	—	—	—	—	—	—	6	23-33	—	—	—	—			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
VI	Усовершенствованные облегченного типа из черного щебня (черных щебеничных или гравийных сме- сей укладываемых в холодном, теплом, горячем состоянии)	6	-	II	-	-	8	18-34	-	-	-	-	-	8	18-34	-	-	
		8	-	II	-	-	8	20-30	-	-	-	-	-	8	20-30	-	-	
		6	-	III	-	-	8	15-36	-	-	-	-	-	8	15-26	23-35	-	
		8	-	III	-	-	8	16-25	-	-	-	-	-	8	17-23	16-25	20-35	-
		4	-	IV	-	-	8	15	-	-	-	-	-	8	13-17	15	15-25	-
		6	-	IV	-	-	8	15	-	-	-	-	8	15	15	13-21	-	
VII	Щебеночное с про- питкой органичес- кими вяжущими материалами	6	-	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20-31	-	-	-	
		4	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20-33	-	-	-	
		4	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15-21	-	-	-
		8	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19-33	-
		6	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13-20	-
		6	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-23	-	
VIII	из холодного асфальта	3	-	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	17-34	-	-	
		4	-	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	16-24	-	-	
		3	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	15-18	-	-	
IX	Гравийное, обрабо- танное органичес- кими вяжущими материалами сме- шением на до- роге.	6	-	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31-35	
		6	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17-32
X	Щебеночное, укреп- ленное цементом с двойной поверх- носной обработкой	8	-	IV	-	-	-	-	-	-	-	-	16-24	-	-	-	-	

шие - при интенсивности движения ближе к верхнему пределу. Большие значения толщины основания - для менее прочных материалов, меньшие для прочных. Толщину последнего нижнего слоя определяют расчётом.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТИПЫ ПЕРЕХОДНЫХ И НИЗЫХ ПОКРЫТИЙ.

прил. ТАБЛ. 1

№ типа	Тип покрытия	Толщина покрытия, см		Категория дорог
		Верхний слой	Нижний слой	
ПЕРЕХОДНЫЕ ТИПЫ				
XI	Из грунтов укрепленных неорганическими вяжущими материалами с двойной полировочной обработкой	10	10-22	IV - V
XII	То же, органическими вяжущими	8	8-33	IV - V
XIII	Щебёночное или шлаковое с двойной поверхностной обработкой	15	-	IV - V
XIV	Гравийное серповидного или полукорытного профиля	20-25 15-20	-	IV - V V
XV	Из некондиционного гравийного материала, укрепленного малыми дозами цемента с двойной поверхностной обработкой	8	10-13	IV - V
НИЗЫЕ ТИПЫ				
XVI	Гравийное, укрепленное песчано-глинистыми добавками	20-25	-	V
XVII	Грунтовое, укрепленное щебнем, шлаком, гравием или дресвой	20-36	-	V
XVIII	Грунтовое, укрепленное известью	20-25	-	V

Типы дорожных покрытий.	Основной вид материала и способ укладки.	Область применения.
Усовершенствованные облегчённого типа	Цементобетонные / монолитные и сборные / Асфальтобетонные / I и II марок / из горячих смесей, а для районов I дорожно-климатической зоны и из тепловых смесей. Мозаиковые и брусчатые мостовые. Асфальтобетонные / III и IV марок / из горячих смесей. Асфальтобетонные из тепловых / кроме I климатической зоны / и холодных смесей Дёгтебетонные Асфальтобетонные / III-IV марок / из горячих смесей Из щебёночных и гравийных материалов, обработанных битумом и дёгтем как в установках, так и устраиваемых по способам пропитки, полупропитки и смешения на дороге. Из прочного щебня крупностью свыше 5 мм, обработанного битумом или дёгтями по способам смешения в установке, пропитки или полупропитки. Из крупнообломочных / до 40 мм / песчаных или супесчаных грунтов, обработанных битумной эмульсией с цементом смешением в установке. Поверхностная обработка на открытых переходного типа.	На дорогах I и II категорий и при технико-экономическом обосновании на дорогах III категории В IV и V дорожно-климатических зонах с осадками до 400 мм / год. На дорогах III-IV категорий В III и II дорожно-климатических зонах На дорогах III-V категорий На дорогах III-IV категорий На дорогах III-IV категорий

КЛАССИФИКАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.

Продолжение. таб 2

Типы дорожных покрытий.	Основной вид материала и способ укладки.	Область применения.
Переходного типа	Щебеночные, гравийные и из других прочных минеральных материалов, уплотняемые при их строительстве. Из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами, отдельно и комплексно. Булыжные и осколочные мостовые	На дорогах IV-V категорий и III категории при первой очереди строительства
Низшего типа	Из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами. Из местных материалов /бревечатые, лажерные/, сплошные и колеиные	На дорогах V категории

По табл. 1 и табл. 2 в зависимости от категории проектируемой дороги, заданного типа покрытия следует наметить два конкретных типа дорожной одежды для технико-экономического сравнения. / Один вариант дорожного покрытия дается в проекте, другой студент подбирает самостоятельно / *Окончательный выбор одного из вариантов производится по т. 31*

2. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.

РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ .

Расчет жесткой дорожной одежды с 1974 года осуществляется по инструкции ВСН46-72. Этот метод исходит из работы дорожной одежды в упругой стадии, без накопления остаточных деформаций или для дорог переходного типа, с незначительным накоплением остаточных деформаций.

Дорожные одежды с усовершенствованными капитальными покрытиями проектируют из условия, чтобы на них под действием движения не возникала остаточные деформации. Эти одежды должны работать в стадии обратимых / упругих / деформаций.

Дорожные одежды с усовершенствованными облегченными покрытиями, проектируются на работу без накопления остаточных деформаций, но учитывая более короткие межремонтные сроки, для них применяют меньшие запасы прочности, чтобы облегчить конструкцию.

Дорожные одежды с покрытиями переходного типа, проектируют допуская определенное накопление остаточных деформаций под действием движения. Покрытия нижнего типа обычно не рассчитываются.

Расчет одежд с усовершенствованными покрытиями обязателен по трем критериям - упругому прогибу, сдвигу и растяжению при изгибе.

Одежды с покрытиями переходного типа рассчитывают только по величине упругого прогиба.

Основным исходным параметром для назначения толщины конструкции дорожной одежды и ее расчета является перспективное движение к концу срока службы перед капитальным ремонтом.

Этот срок для дорог с покрытием капитального типа - 15 лет, с усовершенствованным облегченным - 10 лет, с переходным - 8 лет. Подвижной состав на автодорогах приведен в таблице 3. Большое многообразие типов автомобилей обращающихся по дорогам и имеющих различные технические данные, создаст трудности как при выборе расчетной нагрузки на дорожную одежду, так и при приведении фактической нагрузки к расчетной.

Расчётная нагрузка для дорог общей сети назначается по ГОСТу 9314-59, которая разделена на две группы А и Б /табл.4/, а для городских улиц по СНиПК.3-62 Н-30, Н-10.

Нагрузку от транспортных средств группы А принимают для расчёта дорожной одежды на дорогах I и II категории, а также на других дорогах, где предусмотрен в расчётный период пропуск транспортных средств этой группы. Нагрузку группы Б используют при расчёте дорожных одежд на остальных дорогах общей сети СССР. Расчётные нагрузки для автобусов применяют при их количестве более 5 % в составе движения, т.е. приводят все машины к нагрузке *для автобусов*. Для того, чтобы привести перспективное движение автомобилей к принятой расчётной нагрузке / табл. 4 / используют коэффициенты приведения / табл. 3 /.

Таблица 4.

	Транспортные средства	Нагрузка	Давление	Диаметр
		на ось, кгс	на покрытие	следа колеса D
	Автомобили :			
	группа А	10000	6	33
	группа Б	6000	5	28
ГОСТ 9314-59	Автобусы :			
	группа А	11500	6	35
	группа Б	7000	5	30
СНиП К 3-62	Н - 10	9500	5,5	33
	Н - 30	12000	6	36

Перспективную интенсивность движения приводят к расчётной пользуясь формулой $N_p = K_n \sum_{j=1}^n N_j K_j$ /авт /сутки / /I / где N_p -расчётное значение интенсивности движения, приведённой к расчётной нагрузке на одну полосу движения, авт / сут;

N_j - суммарная перспективная интенсивность движения j -ой марки транспортного средства, авт / сут.

K_j - коэффициент приведения к расчётной нагрузке для j -ой марки транспортного средства.

K_n - коэффициент снижения интенсивности движения в зависимости от количества полос движения.

Суммарная суточная интенсивность движения уменьшается на величину коэффициента снижения движения K_n ;

для однополосной проезжей части $K_n = 1$

для двух- и трёхполосной проезжей части $K_n = 0,7$

ТАБЛИЦА 3.

Транспортные средства	наибольшая статическая нагрузка на ось, кгс	среднее расчетное давление на покрытие, кгс / см ²	расчетный диаметр следа колеса, см
Автомобили бортовые			
ГАЗ 51 А	4000	4,0	25,0
ГАЗ 53 А	5600	4,8	27,0
Урал -355 м	5200	4,8	26,5
ЗИЛ - 130	7000	5,5	28,0
ЗИЛ - 164 А	6200	5,0	28,0
МАЗ - 500-200	10000	6,0	33,0
Урал-355	5500x2	4,3	28,0
МАЗ - 516	9000x2	6,0	31,0
КрАЗ - 257	19350x2	6,0	32,0
Автомобили самосвалы			
ГАЗ - 93 А	4000	4,0	25,0
ГАЗ - 53 Б	5600	4,5	27,5
ЗИЛ-ММЗ-585	5700	5,0	26,5
ЗИЛ-ММЗ-555	6500	6,0	26,0
КАЗ - 600	5700	4,7	28,0
МАЗ - 503	9400	6,0	31,5
МАЗ - 205	9300	5,5	33,0
КрАЗ - 256 Б	9000x2	6,0	31,0
Автобусы			
КАВЗ - 651 А	4000	4,0	25,0
ПАЗ - 652 Б	4900	5,0	25,0
ПАЗ - 672	5500	5,0	26,5
ЛАЗ - 695 Б	6900	5,5	28,5
ЛАЗ - 697 Б	6700	5,5	28,0
ЛМАЗ - 677	9800	7,0	30,0
ЗИЛ - 158 В	7200	4,0	34,0
Автомобили тягачи			
ЗИЛ -ММЗ-Т64 АН	5600	5,0	27,0
ЗИЛ -157 - КВ	4000x2	4,0	25,0
ЗИЛ - 130 - В1	6000	5,5	26,5
КАЗ - 608	6000	4,7	28,5
МАЗ - 200 В	10200	6,0	33,0
МАЗ - 504	10000	6,0	33,0
Урал 377 С	5500x2	4,3	28,5
Урал 375 С	4600x2	3,5	29,0
КрАЗ - 258	8800x2	6,0	30,5

для 4-х полосной с раздельной полосой $K = 0,35$
 По перспективной интенсивности движения, приведенной к рас-
 счѣтному автомобилю, определяют требуемый модуль упругости.

ТАБЛИЦА 5.

Расчѣтная нагрузка	Нагрузка на ось приводимого автомобиля									
	4	6	7	8	9,5	10	11,5	12	Кoeffициент приведения к расчѣтным нагрузкам K_L	
Группа А:										
грузовые										
автомобили	0,02	0,1	0,36	0,43	0,68	1,0	-	-		
автобусы	0,01	0,05	0,18	0,21	0,34	0,5	1,0	-		
Группа Б:										
грузовые										
автомобили	0,2	1,0	-	-	-	-	-	-		
автобусы	0,06	0,5	1,0	-	-	-	-	-		
Н - 30	0,01	0,05	0,18	0,22	0,35	0,5	0,8	1,0		
Н - 10	0,03	0,15	0,55	0,65	1,0	-	-	-		

РАСЧЕТ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПО УПУТОМУ ПРОГИБУ.

Прочность дорожной одежды характеризуется требуемым модулем упругости. По величине упругого прогиба ϵ , возникающего под действием нагрузки с параметрами R и D /табл.4 / определяют модуль упругости одежды по ф-ле

$$E = \frac{pD(1-\mu^2)}{\epsilon} \quad / 2 /$$

где μ -коэффициент Пуассона для дорожной одежды принимается 0,3.

На основании формулы / 2 /, данных многочисленных экспериментов в СССР и зарубежом, определение требуемого модуля упругости при повторном загрузении, т.е. при расчѣтной нагрузке N_p , предложено по эмпирической номограмме Рис.1 или по соответствующей ей формуле /3

$$E_{mp} = a + b \lg N_p \quad / 3 /$$

где a и b -коэффициенты, принимаются по табл. 6 в зависимости от типа покрытия.

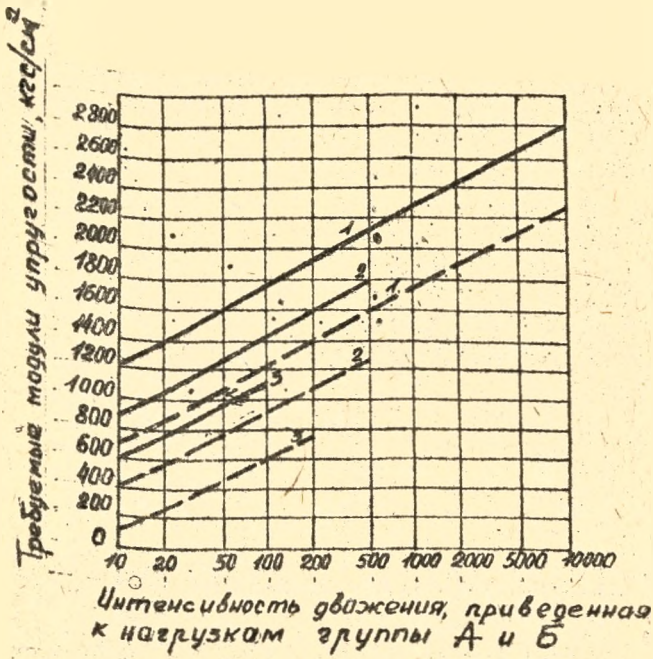


Рис. 1 Требуемые модули упругости для дорог общей сети

- 1- усовершенствованные капитальные покрытия;
- 2- усовершенствованные облегченные;
- 3- переходные покрытия;
- сплошные линии - для нагрузки группы А;
- пунктирные - для нагрузки группы Б

ТАБЛИЦА 6.

Расчётная нагрузка	Тип покрытия	Значение коэффициентов	
		а	в
Группа А	Капитальный	670	530
	Усовершенствованный		
	облегчённый	380	520
	Переходный	100	500
Группа Б	Капитальный	+150	530
	Усовершенствованный		
	облегчённый	-120	520
	Переходный	-390	500
Н - Ю	Капитальный	+620	520
	Усовершенствованный		
	облегчённый	+330	520
	переходные	+ 40	520

В связи с тем, что при определении приведенной интенсивности движения не учитывается воздействие на дорожную одежду лёгких транспортных средств, может возникнуть ситуация, когда при большой фактической интенсивности движения требуется очень малый модуль упругости. Это потребовало ввести ограничение на минимальное значение требуемого модуля упругости. Рекомендуемые минимальные значения приведенной интенсивности движения и требуемых модулей упругости приводятся в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7.

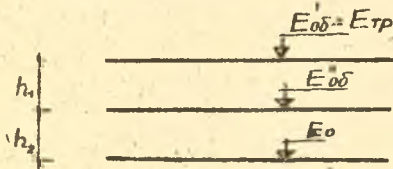
Категория	Количество расчётных автомобилей в сутки на одну полосу		Требуемый модуль упругости, кгс/см ²		
	Группа А	Группа Б	Капитальных	Усовершенствованных	Переходных
I	500	-	2100	-	-
II	150	-	1850	1500	-
III	70	700	1650	1350	-
IV	-	250	1500	1150	850
V	-	100	-	900	650

Для уловий Средней Азии величина требуемых модулей упругости должна быть уменьшена на 15%.

При расчете на движение автобусов с нагрузкой на ось 11500 кгс /группы А/ или 7000 кгс /Группы Б/ требуемые модули упругости должны быть повышены на 10%.

2. РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.

Толщину дорожной одежды определяют по расчетному модулю упругости $E_{тр}$. Для определения толщины дорожной одежды предварительно строят расчетную схему /рис.2/ с указанием принятых модулей упругости материалов каждого конструктивного слоя



E_1, E_2 /табл.8/; требуемого модуля упругости $E_{об}$ всей дорожной одежды, который равен $E_{тр}$ расчет (ф-ла 3), но не меньше E_{min} /табл.7/; и модуля упругости грунта земляного полотна E_0 /см.табл.9/.

Рис. 2. Расчетная схема дорожной одежды.

Расчет ведется сверху вниз, когда задан общий требуемый модуль упругости и необходимо определить толщину нижнего слоя. Расчет производят снизу вверх, когда необходимо определить общий фактический модуль существующей конструкции /ремонт дорожной одежды/.

При расчете многослойной конструкции /рис.2/, состоящей из слоев h_1, h_2 имеющих соответствующие модули упругости материалов E_1, E_2 последовательно рассматривают каждую пару смежных слоев. На рис.3 /часть номограммы рис.4/ даны три отношения: на оси абсцисс - отношение толщины слоя h к диаметру D , равного следу колеса расчетного автомобиля $\frac{h}{D} = f$ /4/, на оси ординат - отношение модуля упругости на поверхности нижележащего слоя $E_{об}, E$ /рис.2/ к модулю упругости материала рассматриваемого конструктивного слоя: $\frac{E_{об}}{E_2} = c/5/$; на кривых - отношение модуля упругости на поверхности рассматриваемого слоя к модулю упругости материала этого слоя $\frac{E_{об}}{E_1} = d$ /6/.

Зная любые из указанных величин, можно найти пятую, по номограмме /рис.4/, (см.пример/расчета).

РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ МОДУЛЕЙ УПРУГОСТИ
МАТЕРИАЛОВ.

таб. 8

МАТЕРИАЛЫ	модуль упру- гости, кг/см ²
I. Горячий асфальтобетон с минеральным порошком / верхний слой /	10000 - 15000
2. Холодный асфальтобетон. Битумоминеральная смесь по типу асфальтобетона / для нижнего слоя /.	8000 - 10000
3. Щебень, обработанный битумом в установке.	7000 - 8000
4. Щебень из горных пород I-го и 2-го классов, обработанный органическими вяжущими по методу пропитки.	6000 - 7000
5. То же, из горных пород 3-го класса	4500 - 5000
6. Щебеночные холодные смеси и холодный чёрный щебень, изготовленный в установке.	5000 - 5500
7. Щебень и гравий, обработанные цементом в количестве 6-7 %	6500 - 7000
8. То же при содержании цемента 4-5 %	5000 - 5500
9. Гравийные холодные смеси, изготовленные в установке.	6000 - 7000
10. То же, изготовленные смешением на дороге.	4500 - 5000
II. Щебень, уложенный по принципу заклинивания из каменных пород и кислых шлаков I-го и 2-го класса, а также основных шлаков.	4000 - 4500
12. То же, из горных пород 3-го класса	3000 - 3500
13. Древа /	800 - 1000
14. Мостовые из колотого камня.	4500 - 5000
15. Супесчаные грунты, укрепленные цементом в количестве, %	
6	1800
8	2800
10	3500
12	4000

Продолжение табл. 8.

МАТЕРИАЛЫ	модуль упругости, кгс / см ²
16. То же, обработанные органическими вяжущими в количестве, % :	
8	2200 - 2500
10	2500 - 2800
17. Суглинистые грунты, укрепленные цементом в количестве, %:	
6	1500
8	2200
10	2700
12	3000
18. То же, обработанные органическими вяжущими в количестве, % :	
10	1700 - 2000
12	2000 - 2500
19. Гравийные смеси в зависимости от гранулометрического состава! частиц > 2 мм частиц < 0,05!	
"-" > 82 "-" ≤ 3	2600 - 2900
"-" > 70 "-" ≤ 7	2000 - 2300
"-" > 60 "-" ≤ 10	1700 - 2000
"-" > 50 "-" ≤ 12	1500 - 1700
20. Пески :	
мелкозернистые	800 - 900
среднезернистые	1000 - 1200
крупнозернистые	1250 - 1300
гравелистые	1400 - 1500

Примечание: Для каменных материалов и песка большие значения модулей соответствуют IV и V дорожно-климатическим зонам, меньшие - II и III зонам. В III - V, дорожно-климатических зонах при обеспеченном водоотводе для укрепления грунтов можно использовать известь I-го и 2-го сортов. Значение E при этом снижается на 30 %.

МОДУЛИ УПРУГОСТИ ГРУНТОВ.

ТАБЛИЦА 9.

Дорож- но клима- тичес- кая зона	Тип мест- ности по ув- лаж- нению	Супеси лёг- кие и опти- мальные	Пески пыле- ватые, супе- си тяжёлые	Лёгкие и тя- жёлые сутли- ки и глины	Супеси пыле- ватые и тя- жёлые пыле- ватые. Суглин- ки пылеватые.
		Расчётные	МОДУЛИ	УПРУГОСТИ	кгс / см ²
I	1	450 - 400	400 - 350	350 - 300	300 - 250
	2	400 - 350	350 - 300	250 - 200	250 - 200
	3	350 - 300	320 - 280	200 - 175	200 - 175
III	1	500 - 450	450 - 400	400 - 350	350 - 300
	2	450 - 400	400 - 350	300 - 250	300 - 250
	3	400 - 350	350 - 300	250 - 200	250 - 200
IV	1	600 - 550	600 - 550	450 - 400	400 - 350
	2	550 - 500	500 - 450	350 - 300	350 - 300
	3	500 - 450	450 - 400	300 - 250	300 - 250

Примечание к табл. 9. Меньшие значения модулей упругости следует принимать для выемок и нулевых мест. Большие значения соответствуют насыпям, у которых низ дорожной одежды возвышен над поверхностью земли согласно требованиям СНиП II - Д.5 - 72.

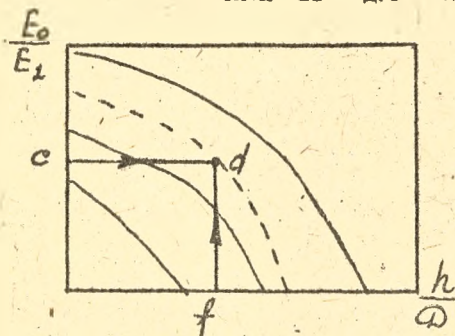


Рис.3 Порядок определения общего модуля упругости двухслойной системы.

III. Пример расчёта дорожной одежды по упругим деформациям.

Исходные данные: Категория дороги IV, дорожно-климатическая зона II, 2-й тип местности по увлажнению, грунт - тяжёлый суглинок, перспективная интенсивность движения на 8 лет - 500 авт / сут.

Состав движения:

Автомобилей с нагрузкой на ось 4 кгс / ГАЗ 51 А / - 40 %
Автомобилей с нагрузкой на ось 5,6 кгс / ГАЗ 53 Б / - 50 %
Автобусы с нагрузкой на ось 6,9 кгс / ЛАЗ 695 Е / - 10 %

Порядок расчёта.

1. Приводим перспективный состав движения к расчётному. Согласно заданию, зная процентный состав автомобилей по маркам, определяем количество автомобилей каждой марки.

$$\text{ГАЗ 51 А} - \frac{500}{100} \cdot 40 = 200 \text{ а/сут}$$

$$\text{ГАЗ 53 Б} - 5 \cdot 50 = 250 \text{ а/сут}$$

$$\text{ЛАЗ 695 Е} - 5 \cdot 10 = 50 \text{ а/сут}$$

Итого : 500 а/сут

Приводим состав автомобилей к расчётному автомобилю группы Б / автобусы /, т.к. количество автобусов из общего состава больше 5 %, по ф-ле I.

$$N_p = 0,7 / 200 \times 0,06 + 250 \times 0,5 + 50 \times 1,0 / = 187 \text{ а/сут}$$

2. Определяем требуемый модуль упругости по ф-ле 3 или используя номограмму рис. I

$$E_{тр} = -390 + 500 \lg 187 = 746 \text{ кгс/см}^2$$

При интенсивности движения приведенной к нагрузке на ось 7 тс / табл. 4 / $E_{тр} = 746 \text{ кгс/см}^2$

Согласно табл. 7 минимальный модуль упругости для дорог IV категории с переходными покрытиями $E_{min} = 850 \text{ кгс/см}^2$, так как $E_{min} > 746 \text{ кгс/см}^2$, за расчётное принимаем 850 кгс/см^2 ; $E_{тр} = 850 \text{ кгс/см}^2$.

3. Намечаем конструкцию дорожной одежды, рис. 5 и расчётную схему / рис. 6 /

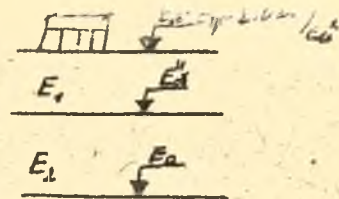
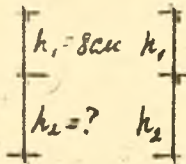
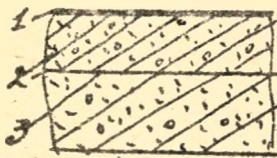


Рис. 5. Конструкция дорожной одежды.

Рис. 6. Расчётная схема.

- 1 - поверхностная обработка
- 2 - грунт укрепленный органическими вяжущими - верхний слой - 12 % *вяжущих*
- 3 - то же нижний слой - 10 %

Где указываем размеры конструктивных слоёв / табл. 1 /, соответствующих модулей упругости материалов / табл. 8 /

$E_1 = 2000$ $E_2 = 1700$, и модуля упругости земляного полотна / табл. 9 /, во II дорожно-климатической зоне, при 2-ом типе местности по увлажнению и тяжелосуглинистом грунте $E = 200$ 4. Используя номограмму / рис. 4 / последовательно определяем общие модули упругости на поверхностях, расположенных под первым слоем покрытия.

- а / для верхнего слоя покрытия $E'_{об} = E_{тр} = 850$ кгс/см²
 $D = 30$ см / табл. 4 /; $h_1 = 8$
 $E_1 = 2000$ кгс/см² По соотношениям:

$$\frac{h_1}{D} = \frac{8}{30} = 0,27 \quad \frac{E'_{об}}{E_1} = \frac{850}{2000} = 0,425$$

определяем по номограмме / рис. 4 / соотношение

$$\frac{E''_{об}}{E_1} = 0,35, \text{ откуда определяем } E''_{об} = 2000 \times 0,35 = 700 \text{ кгс/см}^2$$

- б / По общему модулю упругости на поверхности второго слоя $E''_{об}$ и модулю упругости земляного полотна E_2 определяем толщину подстилающего слоя: $\frac{E''_{об}}{E_2} = \frac{700}{1700} = 0,41$

$$\frac{E}{E_2} = \frac{200}{1700} = 0,12$$

По двум вычисленным отношениям по монограмме / рис. 4 / определяем отношение $\frac{h_2}{\phi} = 0,44$ откуда определяем $h_2 = 30 \times 0,44 = 14$, т.е. толщину второго слоя $h_2 = 14$ см.

IV. РАСЧЕТ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ПО СДВИГУ.

Дорожная одежда для усовершенствованных покрытий должна иметь такую толщину, чтобы напряжения, возникающие от расчетной нагрузки в грунте земляного полотна и слоях слабосвязных материалов, не вызвали в них пластических смещений.

Пластических смещений в указанных выше слоях не происходит при условии:

$$\tau_{an} + \tau_{ab} \leq K'c \quad 17/$$

где τ_{an} - максимальное активное напряжение сдвига в нижнем слое 2-х слойной системе от расчетной временной нагрузки.

τ_{ab} - активное напряжение сдвига от собственного веса слоев, лежащих выше рассчитываемого;

c - нормативное сцепление / справоч. литер. инст. ВСН46-72

K' - комплексный коэффициент, учитывающий условия работы дорожной одежды и особенности её конструкции.

Для определения величины τ_{an} и τ_{ab} применяют номограммы /инструкция ВСН46-72, справочная литература/ прил Рис. 8. Рис 9

Числовое значение коэффициента K' определяют по формуле -

$$K' = K_1 K_2 K_3 \frac{I}{K_{др}}$$

где K' - коэффициент учитывающий особенности работы материалов. Принимаются: для связных грунтов и материалов 0,8; для несвязных грунтов и материалов - 0,45.

K_3 - коэффициент запаса на неоднородность условий работы одежды, который принимает при среднесуточной интенсивности движения расчетных автомобилей на полосу.

Расчетн. интен-сивн. движен.	60	100	150	300	500	900	1600	3000	5000
Коэф. K_3	1	0,95	0,8	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65	0,62

Промежуточные значения определяются интерполяцией.

$K_{пр}$ - коэффициент, зависящий от требований к эксплуатационным качествам одежды, который принимается:

Для одежды с капитальными покрытиями I;

для одежд из щебеночных и гравийных материалов, обработанных вяжущими битумами 0,95 - 0,85;

для одежд с покрытиями из смесей с жидкими вяжущими и с поверхностной обработкой 0,85 - 0,75.

Если в результате расчета неравенство / 7 / не удовлетворяется, следует толщину вышележащих конструктивных слоев увеличить, или применить материалы с более высоким модулем упругости.

РАСЧЕТ СЛОЕВ ИЗ МОНОЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ.

Для обеспечения сплошности монолитных слоёв дорожной одежды необходимо, чтобы выполнялось следующее условие

$$\sigma_2 \leq R_u \quad / 8 /$$

где σ_2 - наиболее растягивающее напряжение в слое кгс/см²;

R_u - предельно допускаемое растягивающее напряжение материала слоя, кгс/см² / табл. 8 /.

На растяжение при изгибе рассчитывают монолитные слои из асфальтобетона, смесей с вязкими битумами и дёгтями, из материалов укрепленных неорганическими вяжущими.

Расчёт ведётся с помощью номограммы / справочная литература/

$$\sigma_2 = 1,15 p \bar{\sigma}_2$$

где p - давление от расчётной нагрузки, кгс/см² / табл. 4 /

1,15 - коэффициент динамичности

$\bar{\sigma}_2$ - величина растягивающего напряжения от единичной нагрузки, $\bar{\sigma}_2$ определяется по номограмме. Рис 10; 11

Е_{общ.основ.} определяется с помощью номограммы /рис.4/

По номограммам при известных значениях h_1/D , E , определяя $\bar{\sigma}_2$

Если $\sigma_2 > R_u$, необходимо увеличить толщину монолитного покрытия h_1 ,

увеличить прочность материала или повысить жёсткость основания,

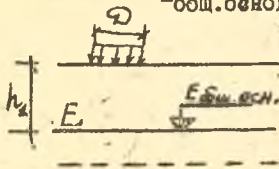


рис 7

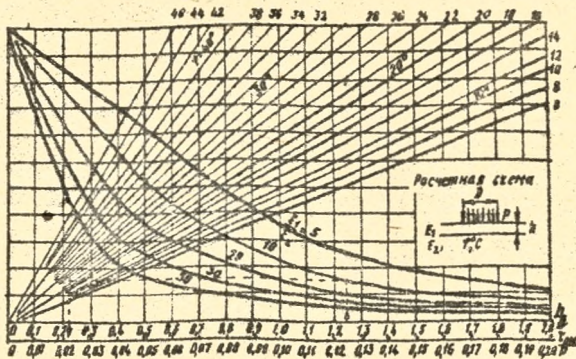


Рис. 8 Номограмма для определения активных напряжений сдвига от временной нагрузки $T_{ак}$ в нижнем слое двухслойной системы при совместной работе слоев.

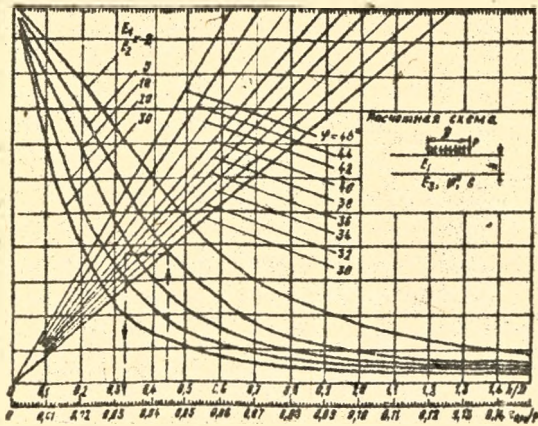


Рис. 9 Номограмма для определения активных напряжений сдвига от временной нагрузки $T_{ак}$ в нижнем слое двухслойной системы при свободном смещении слоев на контакте.

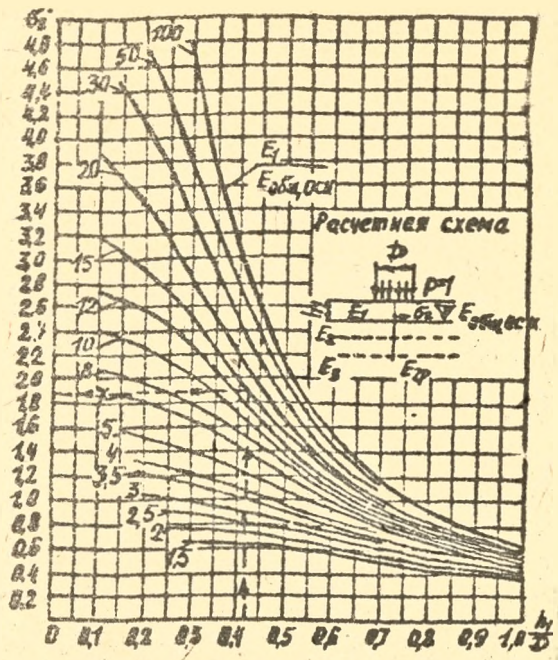


Рис 10. Номограмма для определения растягивающих напряжений при изгибе b_0 от единичной нагрузки в верхнем монолитном слое.

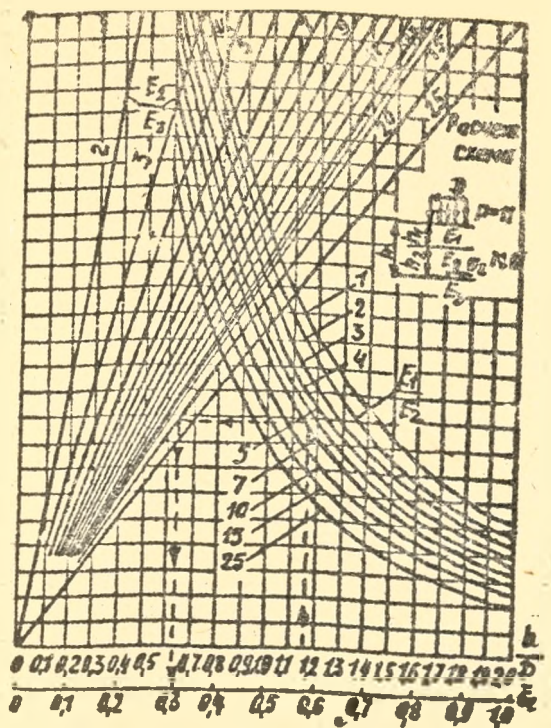


Рис 11. Номограмма для определения растягивающих напряжений при изгибе b_0 от единичной нагрузки в промежуточном монолитном слое. (цифры на кривых означают отношение E_1/E_2 , а ползунок E_2/E_1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа ВСН46 - 72.
2. СНиП II - Д.5 - 72.
3. И.К.Яцевич "Проектирование дорожных одежд" Минюк "Высшая школа"; 1979 г.
4. А.Я.Тулаев "Проектирование оптимальных нежестких дорожных одежд"; М., "Транспорт"; 1977 г.
5. Справочник техника-дорожника. Под редакцией В.К.Некрасова. М., "Транспорт" 1978 г.
6. А.С.Райзман "Пособие по проектированию автомобильных дорог" М., "Транспорт" 1974 г.

Составил: ст.преподаватель В.И.Кравчинская.
Проверил: преподаватель Г.И.Хузькович.

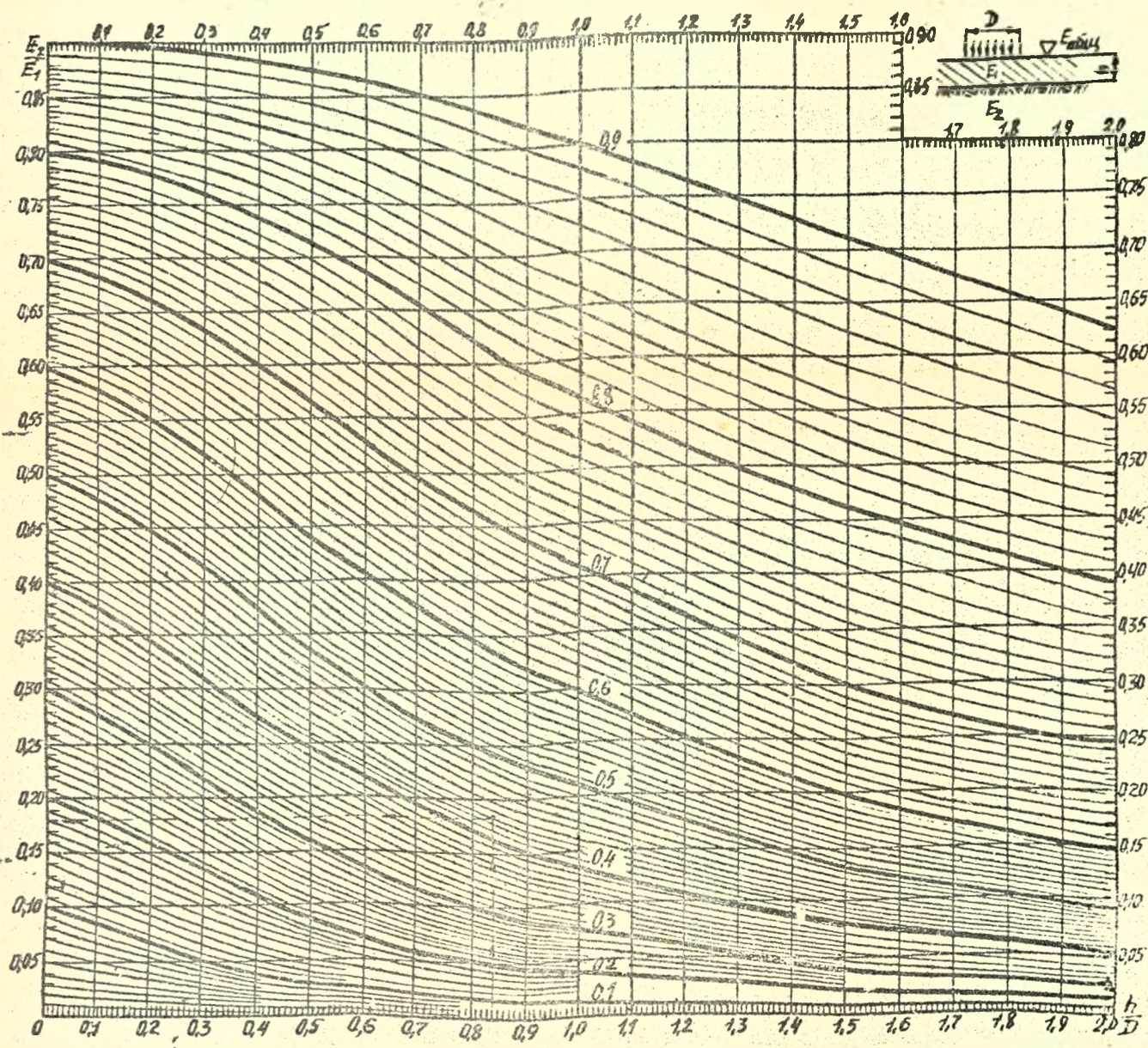


Рис.4 Номограмма для определения общего модуля упругости $E_{общ.}$ двухслойной системы (цифры на кривых означают отношение общего модуля упругости двухслойной системы к модулю верхнего слоя $E_{общ.}/E_1$).

Подписано и печати 12.09.80 г. Формат 60x84 1/16, объем
1,5 уч. изд. листа. Заказ № 181, тираж 500 экз. Бесплатно.
Отпечатано на ротационной Брестского военно-инженерно-строительного
института.