



Н.А. Гриневич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ДОРОЖНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Екатеринбург
2016

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

Н.А. Гриневич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА ДОРОЖНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Учебно-методическое пособие
для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство»
всех форм обучения

Екатеринбург
2016

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.
Протокол № 1 от 16 октября 2015 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры ТиДС Чижов А.А.

Редактор Р.В. Сайгина
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

Подписано в печать 25.03.16		Поз. 54
Плоская печать	Формат 60x84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 2,09	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Классификация дорожных бетонов на основе органических вяжущих	4
2. Общие положения и принципы	6
3. Указания к составлению технического задания на проектирование состава асфальтобетона	8
4. Требования к исходным компонентам	9
4.1. Щебень, гравий	9
4.2. Песок	9
4.3. Минеральный порошок	10
4.4. Битумы	11
5. Технические требования к асфальтобетонным смесям	11
5.1. Основные показатели и характеристики	11
5.2. Горячие асфальтобетонные смеси	13
5.3. Холодные асфальтобетонные смеси	16
6. Определение состава минеральной части асфальтобетона	17
7. Определение оптимального содержания битума в асфальтобетоне	19
8. Контроль качества строительства асфальтобетонных покрытий	21
8.1. Отбор кернов (вырубок) из конструктивного слоя дорожной одежды	22
8.2. Определение коэффициента уплотнения асфальтобетона	24
Библиографический список	25
Приложения	26

ВВЕДЕНИЕ

Асфальтобетон является наиболее распространенным материалом для устройства дорожных покрытий. Однако под воздействием возрастающих транспортных нагрузок и факторов окружающей среды срок службы асфальтобетонных покрытий недостаточно высок. В связи с этим основной целью проектирования составов асфальтобетона является создание оптимальной структуры с заранее заданными свойствами, которые позволили бы обеспечить требуемые характеристики и долговечность устраиваемого дорожного покрытия.

Для достижения этой цели принято решать специальные задачи, связанные с разработкой методов проектирования составов и оценки эксплуатационных свойств асфальтобетона.

Учебно-методическое пособие «Проектирование состава дорожного асфальтобетона» составлено на кафедре «Транспорта и дорожного строительства» УГЛТУ на основе учебного плана и программы изучения дисциплины «Дорожное материаловедение и технология дорожно-строительных материалов» по специальности 08.03.01 «Строительство». При составлении этого учебно-методического пособия использованы действующие нормативно-технические документы [1-5].

В данном пособии содержится методика многовариантного проектирования состава дорожного асфальтобетона с использованием нормативных предельных кривых зернового состава минеральной части. Включены указания по выполнению работы, приведены примеры расчетов, даны справочные таблицы.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ДОРОЖНЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ

1. В зависимости от вида органического вяжущего дорожные бетоны подразделяют:

- на асфальтобетонные смеси и асфальтобетон, которые применяются для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей, дорог промышленных предприятий в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев покрытий автомобильных дорог, городских улиц и аэродромов приведена в приложениях А, Б и В.

- полимерасфальтобетонные смеси и полимерасфальтобетон – применяют для устройства верхних и нижних слоев покрытий автомобильных дорог, аэродромов, мостов, городских улиц и площадей в соответствии с действующими строительными нормами и правилами. Область применения полимерасфальтобетонов при устройстве слоев покрытий автомобильных дорог, городских улиц и аэродромов.

2. Смеси и асфальтобетоны в зависимости от вида минеральной составляющей подразделяют:

- на щебеночные, состоящие из щебня, песка, минерального порошка и битума;
- гравийные, состоящие из гравия, песка, минерального порошка и битума;
- песчаные, состоящие из песка, минерального порошка и битума.

3. Смеси в зависимости от вязкости используемого битума и температуры при укладке подразделяют:

- на горячие, приготовляемые с использованием вязких и жидких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 110 °С;
- холодные, приготовляемые с использованием жидких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 5 °С.

4. Смеси и асфальтобетоны в зависимости от наибольшего размера минеральных зерен подразделяют на следующие виды:

- крупнозернистые с размером зерен до 40 мм;
- мелкозернистые » » » до 20 мм;
- песчаные » » » до 10 мм.

5. Асфальтобетоны в зависимости от величины остаточной пористости подразделяют на следующие виды:

- высокоплотные с остаточной пористостью от 1,0 % до 2,5 %;
- плотные » » » св. 2,5 % до 5,0 %;
- пористые » » » св. 5,0 % до 10,0 %;
- высокопористые » » » св. 10,0 %.

6. Щебеночные и гравийные горячие смеси и плотные асфальтобетоны в зависимости от содержания в них щебня (гравия) подразделяют на следующие типы:

- А - с содержанием щебня св. 50 % до 60 %;
- Б - » » щебня (гравия) св. 40 % до 50 %;
- В - » » » св. 30 % до 40 %.

Высокоплотные горячие смеси и асфальтобетоны должны содержать щебня свыше 50 % до 70 %.

Высокопористые асфальтобетонные смеси подразделяют на высокопористые щебеночные и высокопористые песчаные.

Щебеночные и гравийные холодные смеси и асфальтобетоны в зависимости от содержания в них щебня (гравия) подразделяют на типы Бх и Вх.

Горячие и холодные песчаные смеси и асфальтобетоны в зависимости от вида песка подразделяют на типы:

Г и Гх - на песках из отсевов дробления;

Д и Дх - на природных песках или смесях природных песков с отсевами дробления.

7. Смеси и асфальтобетоны в зависимости от показателей физико-механических свойств и применяемых материалов подразделяют на марки, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Марки асфальтобетонов

Вид и тип смесей и асфальтобетонов	Марка
Горячие: - высокоплотные	I
Горячие: - плотные типов:	
А	I, II
Б, Г	I, II, III
В, Д	II, III
- пористые	I, II
- высокопористые щебеночные	I
- высокопористые песчаные	II
Холодные: типов:	
Бх, Вх	I, II
Гх	I, II
Дх	II
- высокопористые щебеночные	I

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ

1. Цель проектирования состава асфальтобетона состоит в определении такого соотношения компонентов (щебня или гравия, песка, минерального порошка и битума), при котором показатели свойств асфальтобетонной смеси и асфальтобетона заданных вида, типа и марки соответствуют техническим требованиям ГОСТ 9128-13.

2. Разработаны и используются многочисленные методы проектирования состава асфальтобетона. В отечественной практике дорожного строительства принят метод предельных кривых зернового состава минеральной части асфальтобетона, в основе которого лежат следующие принципы:

- для обеспечения прочности, долговечности и экономичности асфальтобетона его минеральная часть должна обладать высокой плотностью, которая достигается при определенном содержании каждой узкой фракции зерен в общем зерновом составе минеральной части;

- зерновой состав минеральной части асфальтобетона задается предельными кривыми, ограничивающими область допустимого содержания каждой фракции зерен;

- оптимальным (наилучшим) содержанием битума считается его минимальное количество, при котором физические и механические свойства асфальтобетона соответствуют техническим требованиям ГОСТ 9128-13.

3. Из имеющегося щебня или гравия, песка и минерального порошка подбирают состав минеральной части таким образом, чтобы кривая зернового состава располагалась в зоне, ограниченной предельными кривыми.

4. Содержание битума определяется исходя из принципа заполнения битумом межзерновых пустот в уплотненной минеральной части с учетом заданной остаточной пористости асфальтобетона. Расчетное содержание битума уточняется экспериментально по данным испытаний асфальтобетона.

5. Минеральный порошок в асфальтобетоне выполняет несколько функций. Являясь компонентом минеральной части, порошок повышает ее плотность (уменьшает пустотность). Являясь компонентом асфальтовяжущего, порошок структурирует битум и эффективно воздействует на прочность, вязкость, теплостойкость и клеящие свойства асфальтовяжущего. Избыточное содержание порошка может привести к росту хрупкости асфальтобетона, особенно при низких температурах.

Битум в асфальтобетоне также выполняет ряд функций. Играя вместе с порошком (или без него) роль вяжущего, битум склеивает в монолит зерна щебня (гравия) и песка. Кроме того, заполняя межзерновое пространство минеральной части, битум придает асфальтобетону требуемую прочность и водостойкость. Будучи термопластичным вяжущим битум играет и роль смазки, уменьшающей внутреннее трение в минеральной части, поэтому избыточное содержание битума может привести к снижению прочности, теплостойкости и сдвигоустойчивости асфальтобетона.

Из указанного выше следует, что назначение необходимого и достаточного содержания минерального порошка и битума является важной и сложной задачей проектирования состава асфальтобетона.

6. Состав асфальтобетона проектируют в четыре этапа:

- определение свойств и качества исходных минеральных компонентов и битума, оценка их пригодности для асфальтобетона заданного вида, типа и марки;
- определение состава минеральной части асфальтобетона заданного вида, типа и марки из имеющихся минеральных компонентов;
- определение оптимального содержания битума;
- уточнение состава асфальтобетона по данным детального изучения его физико-механических свойств.

7. Необходимым условием достижения цели проектирования состава асфальтобетона является точное и обоснованное формулирование технического задания на выполнение этой работы. Составление задания проводится преподавателем совместно с группой студентов, выполняющих эту работу.

3. УКАЗАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА

1. Для составления технического задания необходимо иметь следующие проектные, строительные и эксплуатационные данные:

- техническую категорию автомобильной дороги;
- проектную конструкцию дорожной одежды с указанием толщин конструктивных слоев, в том числе и асфальтобетонных;
- характеристику режима движения автотранспорта на данном участке дороги (движение с равномерной скоростью, регулярное торможение и набор скорости, фиксированные остановки и другое);
- ожидаемые дорожно-климатические условия в период строительства и эксплуатации дороги;
- характеристики имеющихся на АБЗ исходных материалов.

2. Техническая категория дороги и рекомендуемые области применения различных асфальтобетонов (прил. 3-5) является основанием для выбора допустимых видов, типов и марок асфальтобетона. Так, на дорогах I – II – технических категорий холодные смеси не применяют. Марка смеси повышается с повышением категории дороги и ухудшением дорожно-климатических условий.

3. Конструкция дорожной одежды определяет следующий выбор вида асфальтобетона:

- по плотности (плотные – для однослойных и верхних слоев двухслойных покрытий; пористые – для нижних слоев двухслойных покрытий и верхних слоев оснований, высокопористые – для оснований);
- наибольшей крупности зерен (крупно-, мелкозернистые и песчаные) с учетом того, что наибольший размер зерна не должен превышать 1/3 толщины слоя.

4. Режим движения автотранспорта и техническая категория дороги являются основанием для выбора структурного типа асфальтобетона из условия обеспеченности сдвигоустойчивости и шероховатости покрытия. Так, для участков дороги с регулярным торможением и остановкой автотранспорта выбирают смеси с повышенным содержанием щебня и использованием дробленого песка.

5. На основании планируемых сроков строительства, периода укладки асфальтобетонной смеси с учетом категории дороги, режима движения и условий эксплуатации выбирают вид асфальтобетонной смеси по вязкости битума и температуре приготовления и укладки (горячие, холодные) таким образом, чтобы обеспечить максимальное расширение дорожно-строительного сезона. Так, горячие смеси целесообразно использовать при их укладке и уплотнении в летнее время, холодные изготавливаются и хранятся на складе АБЗ в зимнее время с последующей их укладкой при температурах воздуха не ниже 5 °С.

6. Величину требуемой остаточной пористости и коэффициентов водостойкости асфальтобетона принимают с учетом дорожно-климатических условий района строительства: чем хуже условия, тем ниже требуемая величина остаточной пористости (выше плотность) асфальтобетона и выше требования к его водостойкости.

7. С учетом дорожно-климатических условий эксплуатации, категории дороги и режима движения автотранспорта уточняют комплекс обязательных требований к исходным материалам, асфальтобетонным смесям и асфальтобетонам.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНЫМ КОМПОНЕНТАМ

4.1. Щебень, гравий

Щебень из плотных горных пород и гравий, щебень из шлаков, входящие в состав смесей, должны соответствовать требованиям ГОСТ 8267 и ГОСТ 3344 соответственно. Допускается применять щебень и гравий, выпускаемые по зарубежным нормам, при условии соответствия их качества требованиям настоящего стандарта.

Средневзвешенное содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в смеси фракций щебня и гравия должно быть, % по массе, не более:

15 - для смесей типа А и высокоплотных;

25 - для смесей типов Б, Бх и высокопористых;

35 - для смесей типов В, Вх и пористых.

Гравийно-песчаные смеси по зерновому составу должны соответствовать требованиям ГОСТ 23735, гравий и песок, входящие в состав этих смесей, - ГОСТ 8267 и ГОСТ 8736 соответственно.

Для приготовления смесей и асфальтобетонов применяют щебень и гравий фракций от 5 до 10 мм, свыше 10 до 20 (15) мм, свыше 15 до 20 мм, свыше 20 (15) до 40 мм, а также смеси указанных фракций.

Прочность и морозостойкость щебня и гравия, применяемых для смесей и асфальтобетонов конкретных марок и типов, должны соответствовать указанным в табл. 2.

4.2. Песок

Природный песок и песок из отсевов дробления горных пород должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736, при этом марка по прочности песка из отсевов дробления горных пород и содержание глинистых частиц, определяемых методом набухания, для смесей и асфальтобетонов конкретных марок и типов должны соответствовать указанным в табл. 3. Общее содержание зерен мельче 0,16 мм (в том числе пылевидных и глинистых частиц) в песке из отсевов дробления не нормируется.

4.3. Минеральный порошок

Минеральный порошок, входящий в состав смесей и асфальтобетонов, должен соответствовать требованиям ГОСТ 16557.

Таблица 2

Требования к свойствам щебня, гравия

Показатель	Значение для смесей марки												
	I					II						III	
	горячих типа		холодных типа		пористых и высокопористых	горячих типа			холодных типа		пористых	горячих типа	
	А, высокоплотных	Б	Бх	Вх		А	Б	В	Бх	Вх		Б	В
Марка, не ниже: по дробимости: а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород	1200	1200	1000	800	800	1000	1000	800	800	600	600	800	600
б) щебня из осадочных горных пород	1200	1000	800	600	600	1000	800	600	600	400	400	600	400
в) щебня из металлургического шлака	-	1200	1000	1000	800	1200	1000	800	800	600	600	800	600
г) щебня из гравия	-	1000	1000	800	600	1000	800	600	800	600	400	600	400
д) гравия по истираемости:	-	-	-	-	-	-	-	600	800	600	400	600	400
а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород	И1	И1	И2	И3	Не норм.	И2	И2	И3	И3	И4	Не норм.	И3	И4
б) щебня из осадочных горных пород	И1	И2	И2	И3	То же	И1	И2	И3	И3	И4	То же	И3	И4
в) щебня из гравия и гравия	-	И1	И1	И2	»	И1	И2	И3	И2	И3	»	И3	И4
по морозостойкости для всех видов щебня и гравия:													
а) для дорожно-климатических зон, I, II, III	F50	F50	F50	F50	F25	F50	F50	F25	F25	F25	F15	F25	F25
б) для дорожно-климатических зон IV, V	F50	F50	F25	F25	F25	F50	F25	F15	F15	F15	F15	F15	F15
Примечание. Для повышения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием щебень из карбонатных пород не рекомендуется применять в высокоплотных и плотных смесях типа А марки I.													

Требования к свойствам песка

Показатель	Значение для смесей марки							
	I			II			III	
	горячих и холодных типа		пористых и высокопористых	горячих и холодных типа		пористых и высокопористых песчаных	горячих типа	
	А, Б, Бх, Вх высокоплотных	Г, Гх		А, Б, Бх, В, Вх	Г, Д, Дх		Б, В	Г, Д
Марка по прочности песка из отсевов дробления горных пород и гравия, не менее	800	1000	600	600	800	400	400	600
Содержание глинистых частиц, определяемое методом набухания, % по массе, не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0

Примечание. Для смесей типа Г марки I необходимо использовать пески из отсевов дробления изверженных горных пород по ГОСТ 8736 с содержанием зерен мельче 0,16 мм не более 5,0 % по массе.

4.4. Битумы

Для приготовления смесей применяют вязкие дорожные нефтяные битумы по ГОСТ 22245 и жидкие битумы по ГОСТ 11955, а также модифицированные, полимерно-битумные вяжущие и другие битумы и битумные вяжущие с улучшенными свойствами по технической документации, согласованной в установленном порядке.

Область применения марок битумов приведена в прил. 3-5.

Для холодных смесей марки I следует применять жидкие битумы класса СГ и модифицированные жидкие битумы. Допускается применение битумов классов МГ и МГО при условии использования активированных минеральных порошков или предварительной обработки минеральных материалов смесью битума с поверхностно-активными веществами.

Для холодных смесей марки II следует применять жидкие битумы классов СГ, МГ и МГО.

Ориентировочное содержание битума в смесях и асфальтобетонах приведено в прил. 6.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АСФАЛЬТОБЕТОННЫМ СМЕСЯМ

5.1. Основные показатели и характеристики

1. Смесей должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и изготавливаться по технологическому регламенту, утвержденному предприятием-изготовителем.

2. Зерновые составы минеральной части смесей для нижних слоев покрытий и оснований представлены в табл. 4, для верхних слоев покрытий – в табл. 5.

3. Показатели физико-механических свойств высокоплотных и плотных асфальтобетонов из горячих смесей различных марок, применяемых в конкретных дорожно-климатических зонах, представлены в табл. 6.

Таблица 4

Зерновые составы минеральной части для нижних слоев покрытий и оснований

Вид и тип смесей и асфальтобетонов	Размер зерен, мм, мельче										
	40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Плотные типов:	Непрерывные зерновые составы										
А	90-100	66-90	56-70	48-62	40-50	28-38	20-28	14-20	10-16	6-12	4-10
Б	90-100	76-90	68-80	60-72	50-60	38-48	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12
	Прерывистые зерновые составы										
А	90-100	66-90	56-70	48-62	40-50	28-50	20-50	14-50	10-28	6-16	4-10
Б	90-100	76-90	68-80	60-72	50-60	38-60	28-60	20-60	14-34	10-20	6-12
Пористые	90-100	75-100 (90-100)	64-100	52-88	40-60	28-60	16-60	10-60	8-37	5-20	2-8
Высокопористые щебеночные	90-100	55-75 (90-100)	35-64	22-52	15-40	10-28	5-16	3-10	2-8	1-5	1-4
Высокопористые песчаные	-	-	-	-	70-100	64-100	41-100	25-85	17-72	10-45	4-10
Примечания:											
1. В скобках указаны требования к зерновым составам минеральной части асфальтобетонных смесей при ограничении проектной документацией крупности применяемого щебня.											
2. При приемо-сдаточных испытаниях допускается определять зерновые составы смесей по контрольным ситам в соответствии с показателями, выделенными полужирным шрифтом.											

Таблица 5

Зерновые составы минеральной части для верхних слоев покрытий

Вид и тип смесей и асфальтобетонов	Размер зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Горячие:										
- высокоплотные	90-100	70-100 (90-100)	56-100 (90-100)	30-50	24-50	18-50	13-50	12-50	11-28	10-16

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
- плотные типов:	Непрерывные зерновые составы									
А	90-100	75-100 (90-100)	62-100 (90-100)	40-50	28-38	20-28	14-20	10-16	6-12	4-10
Б	90-100	80-100	70-100	50-60	38-48	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12
В	90-100	85-100	75-100	60-70	48-60	37-50	28-40	20-30	13-20	8-14
Г	-	-	100	70-100	56-82	42-50	30-50	20-36	15-25	8-16
Д	-	-	100	70-100	60-93	42-85	30-75	20-55	15-33	10-16
	Прерывистые зерновые составы									
А	90-100	75-100	62-100	40-50	28-50	20-50	14-50	10-28	6-16	4-10
Б	90-100	80-100	70-100	50-60	38-60	28-60	20-60	14-34	10-20	6-12
Холодные: типов:										
Бх	90-100	85-100	70-100	50-60	33-46	21-38	15-30	10-22	9-16	8-12
Вх	90-100	85-100	75-100	60-70	48-60	38-50	30-40	23-32	17-24	12-17
Гх и Дх	-	-	100	70-100	62-82	40-68	25-55	18-43	14-30	12-20
Примечания:										
1. В скобках указаны требования к зерновым составам минеральной части асфальтобетонных смесей при ограничении проектной документацией крупности применяемого щебня.										
2. При приемо-сдаточных испытаниях допускается определять зерновые составы смесей по контрольным ситам в соответствии с показателями, выделенными полужирным шрифтом.										

5.2. Горячие асфальтобетонные смеси

Таблица 6

Физико-механические свойства горячих высокоплотных и плотных асфальтобетонов из горячих смесей различных марок

Показатель	Значение для асфальтобетонов марки									
	I			II			III			
	Для дорожно-климатических зон									
	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	I	II, III	IV, V	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Предел прочности при сжатии, при температуре 50°С, МПа, не менее, для асфальтобетонов										
- высокоплотных	1,0	1,1	1,2							
- плотных типов:										
А	0,9	1,0	1,1	0,8	0,9	1,0	-	-	-	
Б	1,0	1,2	1,3	0,9	1,0	1,2	0,8	0,9	1,1	
В				1,1	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2	
Г	1,1	1,3	1,6	1,0	1,2	1,4	0,9	1,0	1,1	
Д	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,0	1,1	1,2	

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предел прочности при сжатии, при температуре 20°С для асфальтобетонов всех типов, МПа, не менее	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0
Предел прочности при сжатии, при температуре 0°С для асфальтобетонов всех типов, МПа, не более	9,0	11,0	13,0	10,0	12,0	13,0	10,0	12,0	13,0
Водостойкость, не менее:									
- плотных асфальтобетонов	0,95	0,90	0,85	0,90	0,85	0,80	0,85	0,75	0,70
- высокоплотных асфальтобетонов	0,95	0,95	0,90	-	-	-	-	-	-
- плотных асфальтобетонов при длительном водонасыщении	0,90	0,85	0,75	0,85	0,75	0,70	0,75	0,65	0,60
- высокоплотных асфальтобетонов при длительном водонасыщении	0,95	0,90	0,85	-	-	-	-	-	-
Сдвигоустойчивость по:									
- коэффициенту внутреннего трения, не менее, для асфальтобетонов типов:									
высокоплотных	0,88	0,89	0,91	-	-	-	-	-	-
А	0,86	0,87	0,89	0,86	0,87	0,89	-	-	-
Б	0,80	0,81	0,83	0,80	0,81	0,83	0,79	0,80	0,81
В	-	-	-	0,74	0,76	0,78	0,73	0,75	0,77
Г	0,78	0,80	0,82	0,78	0,80	0,82	0,76	0,78	0,80
Д	-	-	-	0,64	0,65	0,70	0,62	0,64	0,66
- сцеплению при сдвиге при температуре 50°С, МПа, не менее, для асфальтобетонов типов:									
высокоплотных	0,25	0,27	0,30	-	-	-	-	-	-
А	0,23	0,25	0,26	0,22	0,24	0,25	-	-	-
Б	0,32	0,37	0,38	0,31	0,35	0,36	0,29	0,34	0,36
В	-	-	-	0,37	0,42	0,44	0,36	0,40	0,42
Г	0,34	0,37	0,38	0,33	0,36	0,37	0,32	0,35	0,36
Д	-	-	-	0,47	0,54	0,55	0,45	0,48	0,50
Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С и скорости деформирования 50 мм/мин для асфальтобетонов всех типов, МПа:									
- не менее	3,0	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	2,0	2,5	3,0
- не более	5,5	6,0	6,5	6,0	6,5	7,0	6,5	7,0	7,5
Примечание. Для крупнозернистых асфальтобетонов показатели сдвигоустойчивости и трещиностойкости не нормируются.									

Требования по водонасыщению высокоплотных и плотных асфальтобетонов из горячих смесей приведены в табл. 7.

Таблица 7

Водонасыщение высокоплотных и плотных асфальтобетонов из горячих смесей

Вид и тип асфальтобетонов	Значение водонасыщения для	
	образцов, отформованных из смеси	вырубок и кернов готового покрытия, не более
Высокоплотный	От 1,0 (0,5) до 2,5	3,0
Плотные типов:		
А	От 2,0 (1,5) до 5,0	5,0
Б, В и Г	» 1,5 (1,0) » 4,0	4,5
Д	» 1,0 (0,5) » 4,0	4,0

Примечания:
 1. В скобках приведены значения водонасыщения для образцов из переформованных вырубков и кернов.
 2. Показатели водонасыщения асфальтобетонов, применяемых в конкретных дорожно-климатических условиях, могут уточняться в проектной документации на строительство.

Требования по пористости минеральной части асфальтобетонов из горячих смесей, %, следующие:

- высокоплотных..... не более 16;
- плотных типов:
- А и Б.....от 14 до 19;
- В, Г и Д..... не более 22;
- пористых..... не более 23;
- высокопористых щебеночных..... не менее 19;
- высокопористых песчаных..... не более 28.

Показатели физико-механических свойств пористых и высокопористых асфальтобетонов из горячих смесей представлены в табл. 8.

Таблица 8

Физико-механические свойства пористых и высокопористых асфальтобетонов из горячих смесей

Показатель	Значение для марки	
	I	II
Предел прочности при сжатии при температуре 50°С, МПа, не менее	0,7	0,5
Водостойкость, не менее	0,7	0,6
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,6	0,5
Водонасыщение, % по объему, для:		
- пористых асфальтобетонов		
- высокопористых асфальтобетонов	» 10,0 » 18,0	» 10,0 » 18,0

Примечания:
 1. Для крупнозернистых асфальтобетонов значение предела прочности при сжатии при температуре 50 °С и показатели водостойкости не нормируются.
 2. Для вырубков и кернов нижние пределы водонасыщения не нормируются.

5.3. Холодные асфальтобетонные смеси

Показатели физико-механических свойств асфальтобетонов из холодных смесей различных марок приведены в табл. 9.

Таблица 9

Физико-механические свойства асфальтобетонов из холодных смесей

Показатель	Значение для марки и типа			
	I		II	
	Бх, Вх	Гх	Бх, Вх	Гх, Дх
Предел прочности при сжатии, при температуре 20°С, МПа, не менее:				
- до прогрева:				
сухих	1,5	1,7	1,0	1,2
водонасыщенных	1,1	1,2	0,7	0,8
после длительного водонасыщения	0,8	0,9	0,5	0,6
- после прогрева:				
сухих	1,8	2,0	1,3	1,5
водонасыщенных	1,6	1,8	1,0	1,2
после длительного водонасыщения	1,3	1,5	0,8	0,9

Пористость минеральной части асфальтобетонов из холодных смесей, %, не более, для типов:

Бх..... 18;

Вх..... 20;

Гх и Дх..... 21.

Асфальтобетоны из холодных смесей типов Бх, Вх, Гх и Дх имеют остаточную пористость свыше 6,0 % до 10,0 %, водонасыщение - от 5 % до 9 % по объему.

Слеживаемость холодных смесей, характеризуется числом ударов по ГОСТ 12801 и должна быть не более 10.

Температура горячих и холодных смесей при отгрузке потребителю и на склад в зависимости от показателей битумов представлена в табл. 10.

Таблица 10

Температура горячих и холодных асфальтобетонных смесей при отгрузке потребителю

Вид смеси	Температура смеси, °С, в зависимости от показателя битума						
	Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм					Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60°С, с	
	40-60	61-90	91-130	131-200	201-300	70-130	131-200
Горячая	От 150 до 160	От 145 до 155	От 140 до 150	От 130 до 140	От 120 до 130	-	От 110 до 120
Холодная						От 80 до 100	От 100 до 120

Примечания:

1. При использовании ПАВ и активированных минеральных порошков допускается снижать температуру горячих смесей на 10°С - 20°С.
2. При использовании специальных добавок температуру смесей назначают в соответствии с документацией на их применение.
3. В зависимости от погодных условий и для высокоплотных асфальтобетонов допускается увеличивать температуру готовых смесей на 10°С - 20°С, соблюдая требования ГОСТ 12.1.005 к воздуху рабочей зоны.

Коэффициент вариации для асфальтобетонных смесей

Показатель	Максимальный коэффициент вариации для смесей марки		
	I	II	III
Предел прочности при сжатии при температуре 50°C	0,16	0,18	0,20
Водонасыщение	0,15	0,15	-

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

1. Зерновой состав минеральной части асфальтобетонной смеси заданного вида и типа должен соответствовать требованиям ГОСТ 9128-13 (табл. 4–5).

2. Подбор состава минеральной части из имеющихся компонентов (щебня или гравия, песка и минерального порошка) начинают с установления нормативных пределов содержания фракций: крупнее 5 мм (зерен щебня или гравия) и мельче 0,071 мм (тонкоизмельченных зерен минерального порошка).

Например, для мелкозернистой смеси типа Б нормативные пределы содержания фракций крупнее 5 мм – 40–50 %, мельче 0,071 мм – 6–12 % (см. табл. 5).

3. Имеющийся щебень (гравий), как правило, содержит зерна крупнее и мельче 5 мм, а минеральный порошок – зерна крупнее и мельче 0,071 мм. Следовательно, фактическое содержание зерен крупнее 5 мм в щебне (гравии) и мельче 0,071 мм в минеральном порошке оказывается меньше 100 %.

4. С учетом изложенного в п.3 нормативный предел содержания щебня (гравия) и минерального порошка необходимо пересчитать.

Например, имеющийся щебень содержит 10 % зерен размером менее 5 мм, а минеральный порошок имеет 20 % зерен крупнее 0,071 мм. Тогда для смеси типа Б расчетные пределы будут равны:

$$\text{Щн} = 100 \times 40/90 = 44,4 \%$$

$$\text{Щв} = 100 \times 50/90 = 55,6 \%$$

$$\text{МПн} = 100 \times 6/80 = 7,5 \%$$

$$\text{МПв} = 100 \times 12/80 = 15,0 \%$$

где Щ н, Щв, МПн, МПв – нижние и верхние пределы содержания фракций крупнее 5 мм (щебень) и мельче 0,071 мм (минеральный порошок), % массы минеральной части.

Очевидно, что содержание песка П, % массы, можно рассчитать по формуле

$$П = 100 - Щ - МП. \quad (1)$$

Возможные варианты состава минеральной части могут быть получены следующим образом. Разделим интервал расчетных предельных значений содержания щебня (гравия) и минерального порошка на несколько шагов. Например, для расчетных пределов, приведенных в п. 4, расчетные значения содержания компонентов равны:

$$\Delta Щ = (55,6 - 44,4) / 2 = 5,6\%; \quad \Delta МП = (15,0 - 7,5) / 2 = 3,75\%;$$

1. Щ = 44,4%,	1. МП = 7,50%;
2. Щ = 50,0%	2. МП = 11,25%;
3. Щ = 55,6%.	3. МП = 15,00%.

Найденные выше расчетные значения щебня и минерального порошка позволяют образовать $3 \cdot 3 = 9$ сочетаний, представляющих варианты составов минеральной части. Содержание песка определяют по формуле (1).

5. Выбор оптимального зернового состава каждого варианта минеральной части осуществляют в следующем порядке:

– проводим расчет зернового состава каждого варианта минеральной части (см. табл. 5). Для этого:

а) выражаем зерновые составы компонентов (щебня или гравия, песка, минерального порошка) в виде полных проходов на ситах, % массы;

б) умножаем полные проходы каждого компонента на его содержание в смеси, выраженное в долях единицы массы;

в) складываем полученные полные проходы всех компонентов на каждом сите;

– сопоставляем полученные зерновые составы каждого варианта с требуемыми пределами содержания фракций и наносим графическое изображение кривых зернового состава на графики соответствующих предельных кривых;

– анализируя полученные результаты, отбрасываем те варианты составов которые не укладываются в область, ограниченную данными предельными кривыми;

– для каждого из оставшихся вариантов состава минеральной части экспериментально определяем межзерновую пустотность смеси в насыпном состоянии (табл. 12).

6. Выбираем в качестве оптимального тот вариант состава минеральной части, который имеет наименьшую межзерновую пустотность и, следовательно, удовлетворяет двум условиям: прохождение зернового состава в заданной области и наибольшая плотность (наименьшая пустотность). Если оказалось несколько конкурирующих вариантов, то выбор оптимального производят при определении содержания битума.

Таблица 12

Пример вариантов составов минеральной части
(по данным пп. 2-5 раздела 6)

№ вар.	Содержание компонентов, % массы		
	щебень (гравий)	минеральный порошок	песок
1	44,4	7,50	48,1
2	44,4	11,25	44,35
3	44,4	15,00	40,60
4	50,0	7,50	42,5
5	50,0	11,25	38,75
6	50,0	15,00	35,00
7	55,6	7,50	36,9
8	55,6	11,25	33,15
9	55,6	15,00	29,4

Пример расчета минеральной части асфальтобетона приведен в прил. 7.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ БИТУМА В АСФАЛЬТОБЕТОНЕ

Содержание битума в асфальтобетоне выражается в % от массы минеральной части, т.е. сверх 100 % минеральной части. Для определения оптимального содержания битума готовят пробную асфальтобетонную смесь выбранного зернового состава с заведомо пониженным содержанием битума в расчете на изготовление трех образцов (табл. 13).

Таблица 13

Расход минеральной части и битума для пробной смеси

Диаметр, высота образцов, мм	Расход компонентов на три образца		
	минеральной части, г	битума	
		%	г
50,5	750	5,5	41,2
71,4	2000	4,5	90,0
100,9	5800	3,5	203,0

Из приготовленной смеси формируют 3 образца в соответствии с требованиями стандарта и гидростатическим взвешиванием, определяют их фактическую среднюю плотность $\rho_{ср}^{аб}$, кг/м³;

Вычисляют насыпную плотность минеральной части в образцах $\rho_n^{мч}$, кг/м³ по формуле:

$$\rho_n^{мч} = \rho_{срф}^{аб} \frac{100}{100 + Б} \quad (2)$$

где Б - содержание битума, % массы минеральной части.

Среднюю плотность минеральной части, кг/м³, вычисляют по формуле:

$$\rho_n^{мч} = \frac{100}{\frac{Щ}{\rho_{ср}^{щ}} + \frac{П}{\rho_{ср}^n} + \frac{МП}{\rho^{mn}}} \quad (3)$$

где Щ, П, МП - содержание соответственно щебня, песка и минерального порошка, % массы минеральной части;

$\rho_{ср}^{щ}, \rho_{ср}^n$ - средняя плотность зерен соответственно щебня и песка, кг/м³;

ρ^{mn} - истинная плотность минерального порошка, кг/м.

Межзерновую пустотность минеральной части в образцах $P^{мч}$, % объема, вычисляют по формуле:

$$P^{мч} = \left(1 - \frac{\rho_n^{мч}}{\rho_{ср}^{мч}} \right) 100 \quad (4)$$

Рассчитывают содержание битума Б, % массы, по формуле:

$$B = \frac{(P_{мч} - P_o^p) \rho_{\phi}}{\rho_n^{мч}} ; \quad (5)$$

$$P_o^{\phi} = \left(1 - \frac{\rho_{ср\phi}^{аб}}{\rho_{срр}^{аб}} \right) 100 . \quad (6)$$

где ρ_{ϕ} - истинная плотность битума, кг/м³.

Снова готовят асфальтобетонную смесь в расчете на формование трех образцов. Расход минеральной части принимают по табл. 13, битума - в соответствии с расчетом по формуле (5). Остальные действия повторяют. Кроме того, определяют:

Расчетную среднюю плотность асфальтобетона по формуле:

$$\rho_{ср}^{аб} = \frac{100 + B}{\frac{Щ}{\rho_{ср}^{щ}} + \frac{П}{\rho_{ср}^n} + \frac{МП}{\rho_{ср}^{mn}} + \frac{B}{\rho_B}} . \quad (7)$$

Фактическую остаточную пористость асфальтобетона, % объема, по формуле:

$$P_o^{\phi} = \left(1 - \frac{\rho_{ср\phi}^{аб}}{\rho_{ср}^{аб}} \right) 100 . \quad (8)$$

Если значение $\rho_{мч}$ при первом расчетном содержании битума не изменилось, а значение $\rho_{мч}$ и P_o^{ϕ} соответствуют требованиям технического задания и ГОСТ 9128-13, то готовят такую же асфальтобетонную смесь в количестве, достаточном для 15 образцов, формуют образцы и проводят все контрольные испытания по полному перечню показателей свойств.

Если значение $\rho_{мч}$ стало меньше, то делают расчет по формуле (5) при новом значении $\rho_{мч}$ и повторяют вышеописанные действия.

Цель проектирования состава асфальтобетона считается достигнутой, если пустотность минеральной части и остаточная пористость находятся в требуемых пределах, а остальные показатели свойств асфальтобетона соответствуют требованиям ГОСТ 9128-13.

8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Качество строительства асфальтобетонных покрытий контролируют в соответствии с требованиями СП 78.13330.2012. Контроль качества работ подразделяют на выпускной (на АБЗ), операционный (при производстве работ) и приемочный.

Перед началом устройства асфальтобетонных слоев дорожной одежды и в процессе работ проверяют ровность, плотность и чистоту поверхности нижележащего слоя, а при наличии бортовых камней - правильность их установки.

Технический контроль асфальтобетонных покрытий городских улиц и дорог осуществляется в полном соответствии с требованиями утвержденных проектов и действующих нормативно-технических документов.

В процессе устройства асфальтобетонного покрытия и в период его формирования контролируют:

- а) качество восстановления разрытия;
- б) ровность, плотность и основания, правильность установки бортовых камней, решеток и люков колодцев подземных сетей;
- в) температуру смеси на всех стадиях устройства покрытия;
- г) ровность и равномерность толщины устраиваемого слоя с учетом коэффициента уплотнения;
- д) режим уплотнения;
- е) качество сопряжения полос асфальтобетонного покрытия;
- ж) соответствие поперечного и продольного уклонов проекту.

Ширину и поперечный профиль покрытий проверяют через 100 м. Ровность покрытия в продольном и поперечном направлении проверяют через 30-50 м. Замеры производят параллельно оси дороги на расстоянии 1-1,5 м от бортового камня.

Для контроля качества готового асфальтобетонного покрытия (пробы, вырубки и керны) берут не ближе 1,5 м от бортового камня. Пробы отбирают не ранее, чем через 3 суток после окончания уплотнения и начале движения автомобильного транспорта из расчета: одна проба с каждых 3000 м²

покрытия или 3 пробы с каждых 7000 м покрытия. Пробы отбирают по полосе движения не менее 1 м от края покрытия на участках, расположенных в непосредственной близости от сопряжений.

При отборе проб измеряют толщину слоя покрытия и визуально оценивают прочность сцепления между слоями покрытия и покрытия с основанием.

На покрытиях из литого асфальтобетона контролируют качество поверхности основания перед укладкой, в т.ч.:

- ровность, плотность и чистоту поверхности;
- правильность установки упорных брусьев или бортового камня. В процессе работы контролируют:

- температуру смеси в каждом прибывающем автомобиле;
- равномерность распределения и заданную толщину укладываемого слоя;
- качество отделки стыков (сопряжений) смежных полос.

Толщину укладываемого слоя контролируют в процессе укладки металлическим щупом с делениями. Равномерность распределения укладываемого слоя и качество отделки стыков (сопряжений) смежных полос проверяют визуально.

В процессе работы систематически контролируют поперечные и продольные уклоны, а также ровность покрытия.

При уплотнении контролируют заданный режим уплотнения слоя, ровность, поперечный и продольный уклон.

Рекомендуется использовать различные экспресс-методы и приборы (порометрический, радиоизотопный, акустический и др.). В начальный период формирования покрытия из холодных асфальтобетонных смесей следят за правильностью регулирования движения по заданному графику. Качество асфальтобетонной смеси и асфальтобетона покрытий и оснований оценивают по соответствию требованиям ГОСТ 9128-2013.

Степень уплотнения конструктивных слоев оценивают по показателю «коэффициент уплотнения», который должен быть не ниже:

- 0,99 - для плотного асфальтобетона из горячих смесей типов А и Б;
- 0,98 - для плотных асфальтобетонов типов В, Г и Д, а также пористого и высокопористого асфальтобетона;
- 0,96 - для асфальтобетона из холодных смесей.

На готовом покрытии не допускается наличие каких-либо визуально определяемых дефектов и загрязнений. Выявленные дефекты должны устраняться до приемки покрытия в эксплуатацию.

8.1. Отбор кернов (вырубок) из конструктивного слоя дорожной одежды

Для контроля качества асфальтобетона в слоях покрытия и прочности сцепления между слоями, согласно требованиям п. 10.40 СНиП 3.06.03 керны или вырубки отбирают в трех местах - на 7000 м покрытия.

Отбор проб асфальтобетона из конструктивных слоев дорожных одежд из горячих асфальтобетонов осуществляют через 1 - 3 суток после их уплотнения, из холодных - через 15 - 30 суток. Пробы отбирают в виде высверленных цилиндрических кернов или вырубки прямоугольной формы на расстоянии не менее 0,5 м от края покрытия или оси дороги. Керны высверливают на всю толщину конструктивного слоя дорожной одежды вместе с нижележащим конструктивным слоем в целях определения прочности сцепления слоев. Разделяют слои в лаборатории.

Масса вырубki или кернов, отобранных с одного места, должна быть не менее указанной в табл. 14.

Таблица 14

Масса вырубki или кернов

Вид асфальтобетона в зависимости от максимального размера зерен	Минимальная масса вырубki или кернов, отобранных с одного места, кг
Песчаный	1
Мелкозернистый	2
Крупнозернистый	6

Диаметр кернов, отбираемых из конструктивного слоя дорожной одежды, должен быть не менее указанного в табл. 15.

Таблица 15

Диаметр кернов, отбираемых из конструктивного слоя дорожной одежды

Вид асфальтобетона в зависимости от максимального размера зерен	Минимальный диаметр керна, мм
Песчаный	50
Мелкозернистый	70
Крупнозернистый	100

Из вырубki, отобранной из конструктивного слоя дорожной одежды, выпиливают или вырубают три образца с ненарушенной структурой для определения средней плотности, водонасыщения и коэффициента уплотнения асфальтобетона. Наличие трещин в образцах не допускается.

Форма образцов из вырубki должна быть близка к кубу или параллелепипеду со сторонами от 5 до 10 см.

Образцы-керны при необходимости допускается распиливать или рубать на части. Перед разделением слоев кернов или вырубok оценивают сцепление между слоями и фактические толщины слоев.

Перед испытанием образцы высушивают при температуре не более 50°С до постоянной массы. Каждое последующее взвешивание проводят после высушивания в течение не менее 1 ч и охлаждения при комнатной температуре не менее 30 минут. Высушивание и охлаждение проводят до

тех пор, пока разница между результатами двух последовательных взвешиваний образца будет не более 0,1 % массы образца после последнего взвешивания.

8.2. Определение коэффициента уплотнения асфальтобетона

Коэффициент уплотнения асфальтобетона в покрытии K_y вычисляют как отношение средней плотности образцов из покрытия (кернов или вырубки) к средней плотности образцов, переформованных из тех же кернов или вырубков по формуле:

$$K_y = \frac{\rho_{cp}^a}{\rho_{cp}^{a1}}, \quad (9)$$

где ρ_{cp}^a – средняя плотность образцов из покрытия, г/см³;

ρ_{cp}^{a1} – средняя плотность переформованных образцов, г/см³.

За коэффициент уплотнения принимают среднее арифметическое результатов определения коэффициента тех образцов, расхождение между результатами параллельных определений которых не превышает 0,02.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 3.01.01-85* Организация строительного производства.
2. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85.
3. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.
4. Гриневич Н.А. Дорожно-строительные материалы: учеб. пособие.— Екатеринбург: Уральский гос. лесотехнический ун-т., 2006. 97 с.
5. Грушко И.М. Дорожно-строительные материалы: учебник для студ. автомобильно-дорожных специальностей вузов. М.: Интеграл, 2013. 384 с.
6. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: учеб. пособие для бакалавров: для студентов строительных специальностей. 4-е изд. М.: Юрайт, 2012, 701с.
7. Киреев Ю.И., Лазаренко О.В. Строительные материалы и изделия: учебное пособие. Изд. 3-е, доп. Ростов-на-Дону. Феникс, 2010. 348 с.
8. Справочная энциклопедия дорожника (том V) Проектирование автомобильных дорог; под ред. Федотова Г.А., Поспелова П.И. М.: 2007. 815 с.
9. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.
10. ГОСТ 11955-82. Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия.
11. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Уральский государственный лесотехнический университет
(УГЛТУ)
Институт лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства
Кафедра транспорта и дорожного строительства

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы

«Дорожное материаловедение и технология дорожно-строительных материалов»

для очной и заочной форм обучения

Студент

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

1. Техническая категория автомобильной дороги II
2. Дорожно-климатическая зона района строительства II
3. Проектная конструкция дорожной одежды (толщина, см):
однослойное автомобильное покрытие - 8
верхний слой основания из асфальтобетона - 12
4. Характер движения автотранспорта – равномерное (перегон)
5. Плановые сроки строительства участка дороги - июнь-июль

2. Анализ исходных данных

1. Исходя из проектной конструкции дорожной одежды, принимаем для покрытия плотный, для основания – высокопористый асфальтобетон.
2. Исходя из толщины слоев, принимаем максимальную крупность зерен:
- для покрытия – мелкозернистую смесь с крупностью до 20 мм;
- для основания – крупнозернистую смесь с крупностью до 40 мм.
3. Исходя из плановых сроков строительства в наиболее благоприятный летний период, принимаем горячие смеси.
4. Исходя из характера движения автотранспорта, принимаем смесь тип Б для покрытия.

5. Исходя из технической категории дороги, принимаем смеси не ниже II марки.

3. Техническое задание

Подобрать составы горячих асфальтобетонных смесей:

- для плотного асфальтобетона – мелкозернистый тип Б, II марки;
- для высокопористого асфальтобетона – крупнопористый, II марки;

Показатели физико – механических свойств асфальтобетонов должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128-13.

4. Использованная литература:

1. Гриневич Н.А. Дорожно-строительные материалы: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2006. 97 с.

2. Дорожно-строительные материалы: учебник для студ. автомобильно-дорожных специальностей вузов / И.М. Грушко [и др.]. – М. Интеграл, 384 с.: ил.

3. Справочная энциклопедия дорожника. [Электронный ресурс] // http://www.infosait.ru/norma_doc/51/51536/.

4, Гриневич Н.А. Физико-механические свойства асфальтобетона. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010.

5. Гриневич Н.А. Расчет состава тяжелого бетона. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010.

6. Гриневич Н.А. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Испытание дорожно-строительных материалов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2010.

7. ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные, асфальтобетон, для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

Задание выдано « ____ » _____ 201__ г.

Срок сдачи задания « ____ » _____ 201__ г.

Руководитель

**Исходные данные
для проектирования минеральной части асфальтобетона**

Приведены зерновые составы минеральных составляющих.

Цифрами указаны частные остатки на ситах в %.

№ вар.	Щ е б е н ь					П е с о к						Мин. порошок			
	20	15	10	5	2,5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071	0,16	0,071	ме- нее 0,071	тип а/б
1	5	7	27,3	53,4	7,7	8,5	35,3	26,7	16,6	10,8	2,1	10,0	10,0	80,0	А
2	3,0	17,0	20,1	52,0	7,9	8,7	35,3	26,4	16,4	11,0	2,2	5,0	15,6	79,4	Б
3	-	12,0	28,9	51,0	8,1	8,9	35,3	26,1	16,2	11,2	2,3	11,2	10,0	78,8	В
4	2,0	17,3	22,4	50,0	8,3	9,1	35,3	25,8	16,0	11,4	2,4	6,8	15,0	78,2	Бх
5	2,5	15,0	25,0	49,0	8,5	9,3	35,3	25,5	15,8	11,6	2,5	7,4	15,0	77,6	Вх
6	3,3	17,0	20,0	48,0	8,7	9,5	35,3	25,2	15,6	11,8	2,6	3,0	20,3	77,0	А
7	-	20,0	24,1	47,0	8,9	9,7	35,3	24,9	15,4	12,0	2,7	3,6	20,0	76,4	Б
8	4,9	15,0	25,0	46,0	9,1	9,9	35,3	24,6	15,2	12,2	3,8	4,2	20,0	75,8	В
9	3,2	20,0	22,0	45,0	9,8	10,1	35,3	24,3	15,0	12,4	2,9	5,8	19,0	75,2	Бх
10	2,5	20,0	24,0	44,0	9,5	10,3	35,3	24,0	14,8	12,6	3,0	5,4	20,0	74,6	Вх
11	-	12,3	35,0	43,0	9,7	10,5	35,3	23,7	14,6	12,8	3,1	6,0	20,0	74,0	А
12	-	18,1	30,0	42,0	9,9	10,7	35,3	23,4	14,4	13,0	3,2	6,6	20,0	73,4	Б
13	-	10,8	38,1	41,0	10,1	10,9	35,3	23,1	14,2	13,2	3,3	8,2	19,0	72,8	В
14	-	11,6	38,1	40,0	10,3	11,1	35,3	22,8	14,0	13,6	3,2	7,8	20,0	72,2	Бх
15	-	14,3	36,2	39,0	10,5	11,3	35,7	22,5	13,8	13,6	3,1	9,4	19,0	71,6	Вх
16	3,2	10,0	33,3	44,0	9,5	13,3	37,7	19,5	11,3	15,6	2,6	5,8	19,0	75,2	А
17	2,3	10,0	35,0	43,0	9,7	13,5	37,7	19,2	11,6	15,8	2,2	3,2	21,0	75,8	Б
18	3,1	15,0	30,0	42,0	9,9	14,7	36,7	18,9	11,4	16,0	2,3	5,6	18,0	76,4	В
19	-	10,8	38,1	41,0	10,1	13,9	37,7	18,6	11,2	16,2	2,4	4,0	19,0	77,0	Бх
20	1,6	10,0	38,1	40,0	10,3	14,1	37,5	18,5	11,0	16,4	2,5	3,4	19,0	77,6	А
21	-	14,3	36,2	39,0	10,5	15,3	36,7	18,0	10,8	16,6	2,6	1,8	20,0	78,2	Б
22	3,2	10,0	33,3	44,0	9,5	8,5	35,3	26,7	16,6	10,8	2,1	4,6	16,0	79,4	В
23	4,0	10,1	42,0	33,3	10,6	9,1	35,3	25,8	16,0	11,4	2,4	2,1	19,1	78,8	Бх
24	3,5	10,2	50,0	28,0	8,3	8,7	35,3	26,4	16,4	11,0	2,2	3,0	17,0	80,0	Вх
25	4,1	10,2	36,2	38,0	11,5	10,1	35,3	24,3	15,0	12,4	2,9	7,2	21,8	71,0	А
26	1,5	10,1	28,1	40,0	10,3	10,3	35,3	24,0	14,8	12,6	3,0	4,4	21,0	74,6	Б
27	0,8	10,0	38,1	41,0	10,1	10,5	35,3	23,7	14,6	12,8	3,1	5,1	20,8	74,1	В
28	1,6	9,0	34,4	42,8	12,2	10,9	35,3	23,1	14,2	13,2	3,3	6,4	20,8	72,8	Бх
30	2,5	11,5	30,0	47,9	8,1	8,5	35,2	26,8	16,6	10,9	2,0	1,1	20,0	78,9	Вх

Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев покрытий автомобильных дорог и городских улиц

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория автомобильной дороги					
		I, II		III		IV	
		Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума
I	Плотный и высокоплотный	I	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300	II	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 СГ 130/200 МГ 130/200 МГО 130/200	III	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 СГ 130/200 МГ 130/200 МГО 130/200
II, III	Плотный и высокоплотный	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 90/130	II	БНД 60/90 БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 БН 60/90 БН 90/130 БН 130/200 БН 200/300	III	БНД 60/90 БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 БН 60/90 БН 90/130 БН 130/200 БН 200/300 СГ 130/200 МГ 130/200 МГО 130/200
	Из холодных смесей	-	-	I	СГ 70/130 СГ 130/200	II	СГ 70/130 СГ 130/200 МГ 70/130 МГ 130/200 МГО 70/130 МГО 130/200
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130	III	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130
	Из холодных смесей	-	-	I	СГ 70/130 СГ 130/200	II	СГ 70/130 СГ 130/200 МГ 70/130 МГ 130/200 МГО 70/130 МГО 130/200

Примечания:

1. Для городских скоростных и магистральных улиц и дорог следует применять асфальтобетоны из смесей видов и марок, рекомендуемых для дорог категорий I и II; для дорог промышленно-складских районов - рекомендуемые для дорог категории III; для остальных улиц и дорог - рекомендуемые для дорог категории IV.
2. Битумы марок БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризующихся средними температурами самого холодного месяца года выше минус 10°C.
3. Битум марки БН 40/60 должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Приложение 4
(рекомендуемое)

**Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев
взлетно-посадочных полос и магистральных рулежных дорожек аэродромов**

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория нормативной нагрузки					
		в/к, I, II, III		IV		V	
		Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума
I	Плотный и высокоплотный	I	БНД 90/130	II	БНД 90/130	III	БНД 90/130
II, III	Плотный и высокоплотный	I	БНД 60/90 БН 60/90 БНД 90/130	II	БНД 60/90 БН 60/90 БНД 90/130	III	БНД 60/90 БН 60/90 БНД 90/130
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90	III	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90

Примечания:
1. Битумы марок БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризующихся средними температурами самого холодного месяца года выше минус 10°C.
2. Битум марки БН 40/60 должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Приложение 5
(рекомендуемое)

**Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев покрытий
рулежных (кроме магистральных) дорожек, мест стоянок и перронов аэродромов**

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория нормативной нагрузки					
		в/к, I, II, III		IV		V, VI	
		Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума
I	Плотный	I	БНД 90/130	II	БНД 90/130 БНД 130/200	III	БНД 90/130 БНД 130/200
II, III	Плотный	I	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130	II	БНД 60/90 БНД 90/130 БНД 130/200 БН 60/90 БН 90/130	III	БНД 60/90 БНД 90/130 БНД 130/200 БН 60/90 БН 90/130 БН 130/200
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90	III	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130

Примечания:
Битумы марок БН рекомендуется применять в мягких климатических условиях, характеризующихся средними температурами самого холодного месяца года выше 10°C.
Битумы марки БН 40/60 должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Ориентировочное содержание битума в смесях

Вид смеси	Содержание битума, % по массе
Горячие:	
- высокоплотные	4,0 - 6,0
- плотные типов:	
А	4,5 - 6,0
Б	5,0 - 6,5
В	6,0 - 7,0
Г и Д	6,0 - 9,0
- пористые	3,5 - 5,5
- высокопористые щебеночные	2,5 - 4,5
- высокопористые песчаные	4,0 - 6,0
Холодные типов:	
Бх	3,5 - 5,5
Вх	4,0 - 6,0
Гх и Дх	4,5 - 6,5
- высокопористые щебеночные	2,5 - 4,0

Ключевые слова: асфальтобетонные смеси, асфальтобетон, покрытия и основания, автомобильные дороги, аэродромы

**ПРИМЕР ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВА МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ
АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Требуется запроектировать минеральную часть мелкозернистого холодного асфальтобетона тип Бх для верхнего слоя покрытия на автомобильной дороге III категории во II дорожно-климатической зоне.

1. Зерновые составы исходных минеральных материалов приведены в табл. 7.1. Зерновые составы представлены в виде частных остатков. Для дальнейшей работы переводим зерновые составы исходных компонентов в полные проходы. Результаты приведены в табл. П 7.2- П 7.4.

Таблица П. 7.1

Зерновые составы исходных компонентов (в виде частных остатков)

№	Щебень					Песок						Мин. порошок			
	20	15	10	5	2,5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071	0,16	0,071	менее 0,071	Тип АБ
14	-	11,6	38,1	40,0	10,3	11,1	35,3	22,8	14,0	13,6	3,2	7,8	20,0	72,2	Бх

Таблица П.7.2

Зерновые составы щебня

Щебень	20	15	10	5	2,5
Частный остаток, %	-	11,6	38,1	40,0	10,3
Полный остаток, %	-	11,6	49,7	89,7	00
Полный проход, %	100	88,4	50,3	10,3	0

Таблица П. 7.3

Зерновые составы песка

Песок	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Частный остаток, %	11,1	35,3	22,8	14,0	13,6	3,2
Полный остаток, %	11,1	46,4	69,2	83,2	96,8	100
Полный проход, %	88,9	53,6	30,8	16,8	3,2	0

Таблица П. 7.4

Зерновые составы минерального порошка

Мин. порошок	0,16	0,071	менее 0,071
Частный остаток, %	7,8	20,0	72,2
Полный остаток, %	7,8	27,8	100
Полный проход, %	92,2	72,2	0

2. Зерновой состав минеральной части асфальтобетонной смеси должен соответствовать требованиям ГОСТ 9128-13 к холодному асфальтобетону тип Бх. Из табл. П 7.5 находим требуемый зерновой состав холодной асфальтобетонной смеси тип Бх, в котором содержание щебня составляет 40-50 % , а количество минерального порошка – 8-12 %.

Таблица П 7.5

Зерновые составы минеральной части смесей
для верхних слоев покрытий

В процентах по массе

Вид и тип смесей	Размер зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Горячие:										
- высокоплотные	90-100	70-100 (90-100)	56-100 (90-100)	30-50	24-50	18-50	13-50	12-50	11-28	10-16
- плотные типов:	Непрерывные зерновые составы									
А	90-100	75-100 (90-100)	62-100 (90-100)	40-50	28-38	20-28	14-20	10-16	6-12	4-10
Б	90-100	80-100	70-100	50-60	38-80	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12
В	90-100	85-100	75-100	60-70	48-60	37-50	28-40	20-30	13-20	8-14
Г	-	-	100	70-100	56-82	42-50	30-50	20-36	15-25	8-16
Д	-	-	100	70-100	60-93	42-85	30-75	20-55	15-33	10-16
	Прерывистые зерновые составы									
А	90-100	75-100	62-100	40-50	28-50	20-50	14-50	10-28	6-16	4-10
Б	90-100	80-100	70-100	50-60	38-60	28-60	20-60	14-34	10-20	6-12
Холодные:										
Бх	90-100	85-100	70-100	50-60	33-46	21-38	15-30	10-22	9-16	8-12
Вх	90-100	85-100	75-100	60-70	48-60	38-50	30-40	23-32	17-24	12-17
Гх и Дх	-	-	100	70-100	62-82	40-68	25-55	18-43	14-30	12-20
Примечания:										
1. В скобках указаны требования к зерновым составам минеральной части асфальтобетонных смесей при ограничении проектной документацией крупности применяемого щебня.										
2. При приемо-сдаточных испытаниях допускается определять зерновые составы смесей по контрольным ситам в соответствии с показателями, выделенными полужирным шрифтом.										

3. Нормативные значения фракций крупнее 5 мм и мельче 0,071 мм необходимо откорректировать с учетом зерновых составов исходных минеральных компонентов.

С учетом изложенного нормативные пределы содержания щебня и минерального порошка необходимо пересчитать в расчетные по формулам:

- $Щ_{\min} = 40 \cdot 100 / 89,7 = 44,6 \%$
- $Щ_{\text{cp}} = 45 \cdot 100 / 89,7 = 50,2 \%$
- $Щ_{\max} = 50 \cdot 100 / 89,7 = 55,7 \%$

- $МП_{\min} = 8 \cdot 100 / 72,2 = 11,08 \%$
- $МП_{\text{cp}} = 10 \cdot 100 / 72,2 = 13,85 \%$
- $МП_{\max} = 12 \cdot 100 / 72,2 = 16,62 \%$

Найденные выше расчетные значения содержания щебня и минерального порошка позволяют образовать $3 \cdot 3 = 9$ сочетаний, представляющих варианты составов минеральной части (табл. П 7.6, значения округлены).

Содержание песка определяют по формуле $П = 100 - (Щ + МП)$.

Таблица П 7.6

Примеры вариантов состава минеральной части

Варианты составов	Содержание компонентов, % массы		
	щебня	минерального порошка	песка
1	44,6	11,08	44,32
2	44,6	13,85	41,55
3	44,6	16,62	38,78
4	50,2	11,08	38,72
5	50,2	13,85	35,95
6	50,2	16,62	33,18
7	55,7	11,08	33,22
8	55,7	13,85	30,45
9	55,7	16,62	27,68

Выбор оптимального варианта состава минеральной части осуществляется в следующем порядке:

1. Производится расчет каждого варианта минеральной части. Для этого:

- выражают зерновые составы компонентов на ситах;
- умножают полные проходы каждого компонента на его содержание в смеси;
- складывают полученные полные проходы всех компонентов на каждом сите.

2. Сопоставляют полученные зерновые остатки каждого варианта с требуемыми пределами содержания фракций и наносят графическое изображение кривых зернового состава на графики соответствующих предельных кривых.

3. Отбрасывают те варианты состава, которые не укладываются в область, ограниченную данными предельными кривыми.

4. В качестве оптимального выбирается тот вариант состава минеральной части, который имеет прохождение кривой зернового состава в заданной области с наименьшим содержанием минерального порошка.

Таблица П 7.7

Зерновые составы рассматриваемых составов

№ состава	Состав	Содержание, %	Размер зерен, мм, мельче									
			20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
	Требования ГОСТ 9128-09, тип Бх		90-100	85-100	70-100	50-60	33-46	21-38	15-30	10-22	9-16	8-12
Исх. материал	Щебень	100	100	88,4	50,3	10,3	0	0	0	0	0	0
	Песок	100	100	100	100	100	88,9	53,6	30,8	16,8	3,2	0
	Мин.порошок	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92,2	72,2
№ 1	Щебень	44,6	44,6	39,43	22,43	4,6	0	0	0	0	0	0
	Песок	44,32	44,32	44,32	44,32	44,32	39,4	23,75	13,65	7,45	1,42	0
	Мин.порошок	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	10,22	8,0
	Сумма	100	100	94,83	77,83	60,0	50,48	34,83	24,73	18,53	11,64	8,0
№ 2	Щебень	44,6	44,6	39,43	22,43	4,6	0	0	0	0	0	0
	Песок	41,55	41,55	41,55	41,55	41,55	36,94	22,27	12,80	7,00	1,33	0
	Мин.порошок	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	12,77	10,0
	Сумма	100	100	94,83	77,83	60,0	50,79	36,12	26,65	20,85	14,1	10,0
№ 3	Щебень	44,6	44,6	39,43	22,43	4,6	0	0	0	0	0	0
	Песок	38,78	38,78	38,78	38,78	38,78	34,48	20,79	11,94	6,52	1,24	0
	Мин.порошок	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	15,32	12,0
	Сумма	100	100	94,83	77,83	60,0	51,1	37,41	28,56	23,14	16,56	12,0
№ 4	Щебень	50,2	50,2	44,38	25,25	5,17	0	0	0	0	0	0
	Песок	38,72	38,72	38,72	38,72	38,72	34,42	20,75	11,93	6,50	1,24	0
	Мин.порошок	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	10,22	8,0
	Сумма	100	100	94,18	75,05	54,97	45,5	31,83	23,01	17,58	11,46	8,0
№ 5	Щебень	50,2	50,2	44,38	25,25	5,17	0	0	0	0	0	0
	Песок	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	31,96	19,27	11,07	6,04	1,15	0
	Мин.порошок	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	12,77	10,0
	Сумма	100	100	94,18	75,05	54,97	45,81	33,12	24,92	19,89	13,92	10,0
№ 6	Щебень	50,2	50,2	44,38	25,25	5,17	0	0	0	0	0	0
	Песок	33,18	33,18	33,18	33,18	33,18	29,50	17,78	10,22	5,57	1,06	0
	Мин.порошок	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	15,32	12,0
	Сумма	100	100	94,18	75,05	54,97	46,12	34,4	26,84	22,19	16,38	12,0
№ 7	Щебень	55,7	55,7	49,24	28,02	5,74	0	0	0	0	0	0
	Песок	33,22	33,22	33,22	33,22	33,22	29,53	17,81	10,23	5,58	1,06	0
	Мин.порошок	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	11,08	10,22	8,0
	Сумма	100	100	93,54	72,32	50,04	40,61	28,89	21,31	16,66	11,28	8,0

№ состава	Состав	Содержание, %	Размер зерен, мм, мельче									
			20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
	Требования ГОСТ 9128-09, тип Бх		90-100	85-100	70-100	50-60	33-46	21-38	15-30	10-22	9-16	8-12
№ 8	Щебень	55,7	55,7	49,24	28,02	5,74	0	0	0	0	0	0
	Песок	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	27,07	16,32	9,38	5,12	0,97	0
	Мин.порошок	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	13,85	12,77	10,0
	Сумма	100	100	93,54	72,32	50,04	40,92	30,17	23,23	18,97	13,74	10,0
№ 9	Щебень	55,7	55,7	49,24	28,02	5,74	0	0	0	0	0	0
	Песок	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	24,61	14,84	8,53	4,65	0,89	0
	Мин.порошок	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	16,62	15,32	12,0
	Сумма	100	100	93,54	72,32	50,04	41,23	31,46	25,15	21,27	16,21	12,0

Требованиям ГОСТ 9128-13 отвечают составы под номером №№ 4; 5; 7; 8.

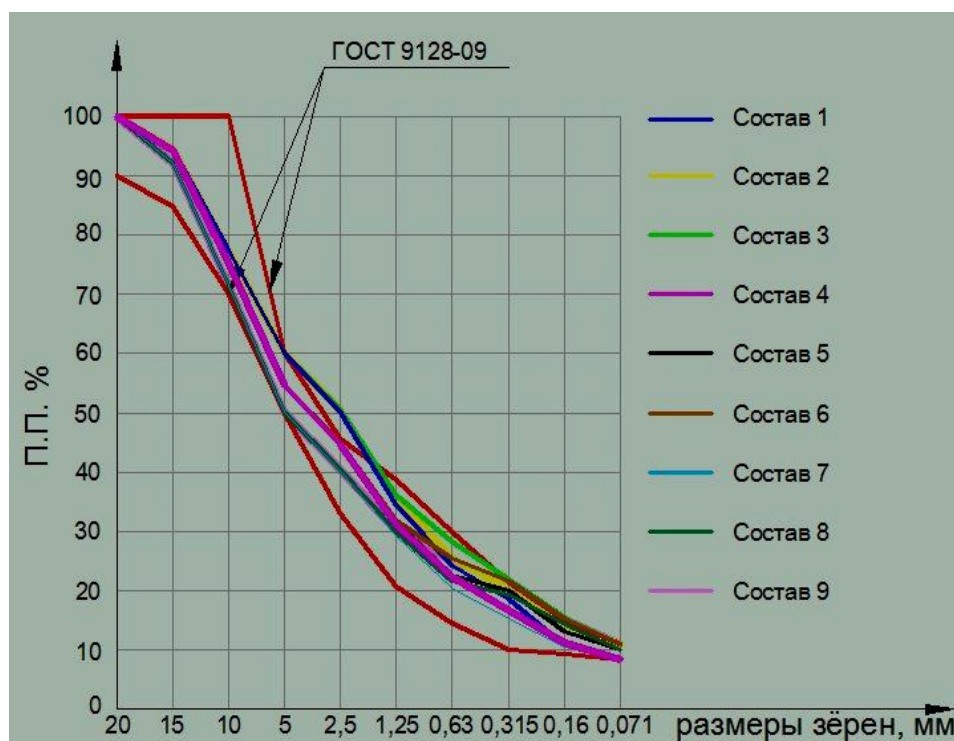


Рис. П.7.1. Предельные кривые минеральной части асфальтобетонных смесей

Таким образом, из девяти рассматриваемых составов минеральной части холодной асфальтобетонной смеси тип Бх оптимальным является состав № 4, так как он полностью подходит под нормативы ГОСТ 9128-13, входит в область стандартных предельных кривых и имеет наименьшее содержание минерального порошка.

Однако окончательное решение по составу минеральной части асфальтобетона можно будет принять после установления оптимального содержания битума в смеси, изготовления асфальтобетонных образцов и определения физико-механических свойств асфальтобетона.