

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ)  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА»

УДК 691.32, 691.328

№ госрегистрации:

АААА-А18-118121390041-3

Инв. №

СОГЛАСОВАНО

Советник директора ГКУ

Архангельской области «Дорожное  
агентство «Архангельскавтодор»

\_\_\_\_\_ Е.А. Лобанов

«21»



\_\_\_\_\_ 8 г.

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по стратегическому  
развитию и науке

САФУ им. М.В. Ломоносова

\_\_\_\_\_ Б.Ю. Филиппов



\_\_\_\_\_ 2018 г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

СРАВНЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ НОРМ РАСХОДА  
МАТЕРИАЛОВ НА УСТРОЙСТВО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ,  
УКАЗАННЫХ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТНЫХ СМЕТНЫХ  
НОРМАТИВАХ, С ФАКТИЧЕСКИМ РАСХОДОМ

Государственный контракт от 20 сентября 2018 г. №519/08

Руководитель темы

доц, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ О.Н. Попова

«21» декабря 2018 г.

Ответственный исполнитель,  
главный специалист

\_\_\_\_\_ В.А. Бабаева

«21» декабря 2018 г.

Архангельск 2018

## РЕФЕРАТ

Отчет 24 с., 3 рис., 19 табл., 9 источников, 6 приложений.

Ключевые слова: щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь, асфальтобетон, битум, дорожное покрытие, истинная плотность.

Объектами исследования являются асфальтобетонные смеси: асфальтобетон тип Б марки II; асфальтобетон тип Б марки III; асфальтобетон тип В марки II; асфальтобетон тип Г марки II; асфальтобетон ЦМА-15; асфальтобетон ЦМА-20.

Целью данной работы является определение фактического расхода асфальтобетона различных марок для устройства асфальтобетонного покрытия; выполнение сравнения фактического расхода с расходом асфальтобетона, указанным в расценках 27-06-020 сборника ГЭСН-27 Автомобильные дороги..

Выполнен подбор составов асфальтобетона различных типов и марок, приготовлены партии образцов и проведены испытания по определению плотности асфальтобетонных смесей.

На основании полученных результатов определения плотности, рассчитан фактический расход асфальтобетона на  $1000 \text{ м}^2$  при толщине слоя дорожного покрытия 4 см.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	6
1.1 Щебень и песок из отсевов дробления.....	6
1.2 Минеральный порошок .....	6
1.3 Битум .....	7
2 ПОДБОР СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА РАЗЛИЧНЫХ МАРОК ДЛЯ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ .....	8
2.1 Определение зернового состава минеральных материалов.....	8
2.2 Подбор состава асфальтобетона .....	9
3 ПРИГОТОВЛЕНИЕ СМЕСЕЙ В ЛАБОРАТОРИИ И ФОРМОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ .....	11
4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ СМЕСИ .....	13
5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО РАСХОДА АСФАЛЬТОБЕТОНА .....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	18

## ВВЕДЕНИЕ

Асфальтобетон представляет собой многокомпонентную смесь, все части которой очень важны для качественного дорожного покрытия. Основополагающий компонент – это щебень, он создает прочный и устойчивый каркас, соединяя все части в единую массу. Покрытия для крупногабаритных, загруженных трасс, часто включают до 75 % щебня [1]. В зависимости от загруженности дороги для производства асфальтобетона используются различные фракции этого материала, а также разный процент содержания в асфальтобетонной смеси. Все это, безусловно, оказывает непосредственное влияние на плотность асфальтобетона в  $\text{т/м}^3$ , которая учитывается при расчете расходов на транспортировку материала, укладку или разборку[2].

Иногда, асфальтовое покрытие, не требует слишком высокой степени плотности. Так, для пешеходных тротуаров и дорог с легковым транспортом, обычно используют песок. Во взаимодействии со щебнем, песок выступает в роли заполнителя пустот между щебенками. Для асфальтобетонных смесей используется песок, соответствующий требованиям ГОСТ 9128 и ГОСТ 8736.

Не менее важный компонент асфальтобетона – минеральный порошок, в основном из известняка. Благодаря его свойствам, все вещества связываются вместе, образуя монолитную цепь.

Текучесть асфальтобетонного покрытия обеспечивается, за счет небольшого содержания битума – от 3 до 9 %. Его способность растекаться, при воздействии высоких температур, упрощает процесс укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси. Важно соблюдать пропорции веществ, т.к. высокая концентрация битума, может плохо отразиться на качестве дороги. Особенно заметно это в летний период, когда тепловая нагрузка увеличивается [1].

Асфальтобетон является материалом искусственного происхождения. Плотность его зависит от используемых в составе материалов и находится в диапазоне 2100 – 2700  $\text{кг/м}^3$ .

Как и любой другой пористый материал асфальтобетон меняет свои эксплуатационные свойства в зависимости от показателей плотности. В частности, этот аспект влияет на прочность, долговечность и устойчивость материала к различным нагрузкам. Чем более пористым будет асфальтобетон, тем меньше

будет его удельный вес (при равном объеме) и меньше прочность. Именно поэтому асфальтобетоны классифицируют согласно их составу и плотности, определяя назначение готовой смеси для дальнейшего ее применения в дорожном строительстве [3].

# 1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

## 1.1 Щебень и песок из отсевов дробления

Применялся щебень и песок из отсевов дробления ООО «Булат-СБС» с карьера п. Булатово. Карьер расположен в 25 км. Юго-западнее п. Плесецк Архангельской области. Эксплуатация Булатовского месторождения ведется с 2004 года.

Базальтовый щебень – представляет собой измельченную базальтовую породу, полученную из мелкозернистых базальтов Булатовского месторождения (ГОСТ 8267-93). Базальты этого месторождения представляют собой породу кубовидной формы от серого до почти черного цвета.

В соответствии с паспортом щебень имеет следующие основные характеристики: насыпная плотность – 1,6 г/см<sup>3</sup>; истинная плотность – 2,95 г/см<sup>3</sup>; содержание глинистых и пылевидных частиц – 0,8 %; содержание глины в комках – 0,00 %; содержание зерен слабых пород – 0,00 %; содержание зерен пластинчатой и игловатой формы – 9,7 %; марка по морозостойкости – F400; марка щебня по дробимости – 1400; марка щебня по истираемости – И1; удельная эффективная активность естественных радионуклидов Бк/кг – 139,41.

## 1.2 Минеральный порошок

Минеральный порошок фракции 0-0,1 мм ООО «Добрятинский комбинат минеральных порошков» Владимирской области, п. Добрятино. Химический состав представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав минерального порошка

№ п/п	Наименование показателя	Количество, по норме	Количество, по факту
1	Массовая доля окиси кальция (CaO)	не менее 52,0 %	52,1
2	Массовая доля окиси магния (MgO)	не более 5,0 %	0,69
3	Массовая доля окиси алюминия (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	не более 1,5 %	0,07
4	Массовая доля окислов железа в перерасчете на Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	не более 0,1 %	0,083
5	Массовая доля двуокиси кремния (SiO <sub>2</sub> )	не более 2,0 %	0,62
6	Массовая доля влаги	не более 0,5 %	0,08

### 1.3 Битум

Битум – твердое или вязкое смолистое вещество черного цвета, природная или искусственная смесь углеводородов, применяемая в дорожном строительстве, производстве изоляционных материалов.

Для приготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона использовали битум БНД-У 100/130 «Битурокс». Для его изготовления используется запатентованная технология Битурокс, основу которой составляет процесс концентрирующего окисления нефти методом вакуумной перегонки. В результате получается материал со сложной высокотехнологичной структурой: 75-80 % углеродов, 10-15 % водорода, 5 % кислорода, металлы и азот.

Технические характеристики битума представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики битума

№	Наименование показателя	Метод испытания	Норма по ТУ 0256-001-50945912-2002	Фактическое значение
1	Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм	ГОСТ 11501	100-130	112
2	Глубина проникания иглы при 0 °С, 0,1 мм	ГОСТ 11501	Не менее 28	29
3	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	ГОСТ 11506	Не ниже 44	44
4	Растяжимость при 25 °С, см	ГОСТ 11505	Не менее 90	100
5	Растяжимость при 0 °С, см	ГОСТ 11505	Не менее 5.0	5.7
6	Температура хрупкости, °С	ГОСТ 11507	Не выше -23	-25
7	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	Не ниже 230	260
8	Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	ГОСТ 18180, ГОСТ 11506, по п.5.2.7 ТУ 0256-001-50945912	Не более 5	5
9	Индекс пенетрации	По приложению 2 ГОСТ 22245	От -1.0 до +1.0	-0.8

## 2 ПОДБОР СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА РАЗЛИЧНЫХ МАРОК ДЛЯ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

### 2.1 Определение зернового состава минеральных материалов

Гранулометрический состав песка определяется согласно ГОСТ 8735-88 [4], щебня – согласно ГОСТ 8269.0-97 [5], минерального порошка – согласно - ГОСТ Р 52129-2003 [6].

Зерновой состав материалов определяют путем отсева высушенной до постоянной массы пробы на стандартном наборе сит (40; 20; 15; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16; 0,071).

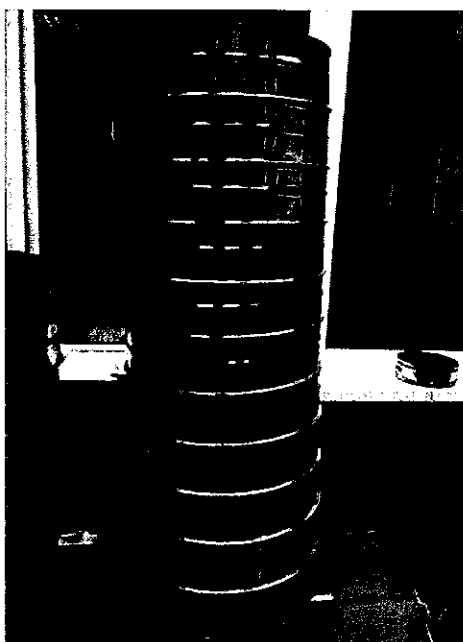


Рисунок 1 – Набор сит для испытания песка и щебня

Просеивание производят механическим или ручным способами. Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 мин через него проходило не более 0,1 % общей массы просеиваемой навески. При механическом просеивании его продолжительность для применяемого прибора устанавливают опытным путем.

По результатам просеивания вычисляют:

- частный остаток на каждом сите ( $a_i$ ) в процентах по формуле (1):



$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $m_i$  - масса остатка на данном сите, г;  
 $m$  - масса просеиваемой навески, г.

- полный остаток на каждом сите ( $A_i$ ) в процентах по формуле (2):

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i, \quad (2)$$

где  $a_{2,5}$ ,  $a_{1,25}$ ,  $a_i$  - частные остатки на соответствующих ситах.

- полный проход на каждом сите ( $\Pi_i$ ) в процентах по формуле (3):

$$\Pi_i = 100 - A_i, \quad (3)$$

Зерновой состав минеральных материалов в виде полных проходов на каждом сите представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Зерновой состав минеральных материалов

Наименование материалов	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.										
	40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-15 мм	100,0	100,0	93,7	37,2	6,1	2,2	1,4	1,1	0,8	0,5	0,3
Щебень к-ра "Булатово" 5-20 мм	100	94,1	50,9	20,5	3,3	2,1	1,8	1,5	1,5	0,6	0,4
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	100	100,0	100,0	100,0	84,2	63,2	42,2	26,9	17,4	4,0	2,2
Минеральный порошок	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,87	98,97	89,92	82,14

## 2.2 Подбор состава асфальтобетона

Минеральную часть подбирают таким образом, чтобы кривая зернового состава расположилась в зоне, ограниченной предельными кривыми, и была плавной. Подбор состава смеси осуществляют с помощью компьютерной программы или вручную.

Количество выделенной фракции в минеральной смеси рассчитывают в зависимости от содержания смешиваемых компонентов и их зерновых составов по формуле (4):

$$Y_i = \frac{a_j x_{ij}}{100}, \quad (4)$$

где  $Y_i$  - содержание  $i$ -й фракции в смеси

$j$  - номер компоненты

$n$  - количество компонент в смеси;

$a_j$  - содержание  $j$ -й компоненты;

$x_{ij}$  - содержание  $i$ -й фракции в  $j$ -й компоненте [7].

Результаты подбора составов асфальтобетона различного типа и марки представлены в приложении.

### 3 ПРИГОТОВЛЕНИЕ СМЕСЕЙ В ЛАБОРАТОРИИ И ФОРМОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ

Образцы готовят в соответствии с ГОСТ 12801-98 [8] в формах диаметром 71,4 мм и 50,5 мм.

Минеральные материалы предварительно разогревают в сушильном шкафу до температуры 160 °С, после чего интенсивно перемешивают в сухом состоянии. Далее в готовую смесь добавляют битум нагретый до температуры 150 °С и перемешивают его до полного распределения. В процессе приготовления асфальтобетонной смеси должна поддерживаться температура 140-150 °С. Время, необходимое для перемешивания, устанавливают опытным путем для каждого вида смесей. Перемешивание считают законченным, если все минеральные зерна равномерно покрыты вяжущим и в готовой смеси нет его отдельных сгустков.

При изготовлении образцов из горячих смесей формы и вкладыши нагревают до температуры 90-100 °С. Форму со вставленным нижним вкладышем наполняют ориентировочным количеством смеси. после чего устанавливают на виброплощадку.

Уплотнение образцов из смесей, содержащих до 50% щебня по массе, производят прессованием под давлением  $(40,0 \pm 0,5)$  МПа в течении  $(3,0 \pm 0,1)$  мин на гидравлических прессах в формах. При уплотнении должно быть обеспечено двустороннее приложение нагрузки, что достигается передачей давления на уплотняемую смесь через два вкладыша, свободно передвигающихся в форме навстречу друг другу.

Уплотнение образцов из горячих смесей, содержащих более 50% щебня по массе, следует производить вибрированием с последующим доуплотнением прессованием. Вкладыши должны выступать из формы на 2-2,5 см. Смесь в форме вибрируют в течение  $(3,0 \pm 0,1)$  минут при частоте  $(2900 \pm 100)$  мин<sup>-1</sup>, амплитуде  $(0,40 \pm 0,05)$  мм и вертикальной нагрузке на смесь  $(30 \pm 5)$  кПа, которая передается на смесь грузом, свободно навешенным на верхний вкладыш формы. По окончании вибрации форму с образцом снимают с виброплощадки, устанавливают на плиту пресса для доуплотнения под давлением  $(20,0 \pm 0,5)$  МПа и выдерживают при этом давлении  $(3,0 \pm 0,1)$  мин.

После снятия нагрузки образец извлекают из формы выжимным приспособлением и измеряют его высоту штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм. Высота образца должна быть  $71,4 \pm 1,5$  мм и  $50,5 \pm 1,0$  мм.

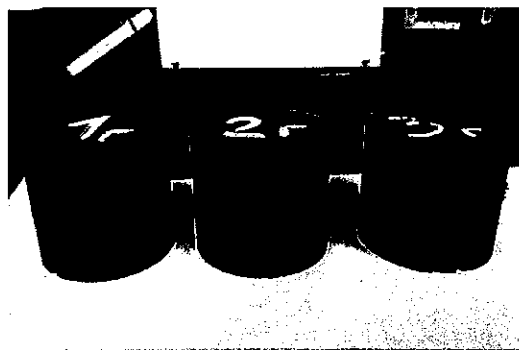


Рисунок 2 – Образцы из асфальтобетонной смеси

#### 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ СМЕСИ

Средняя плотность смеси определялась гидростатическим взвешиванием в соответствии с ГОСТ 12801-98 [8].

Образцы взвешивают на воздухе. Затем образцы из смесей погружают на 30 мин в сосуд с водой, имеющей температуру  $(20 \pm 2)$  °С, таким образом, чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности образцов не менее чем на 20 мм, после чего образцы взвешивают в воде, следя за тем, чтобы на образцах не было пузырьков воздуха. После взвешивания в воде образцы обтирают мягкой тканью и вторично взвешивают на воздухе.

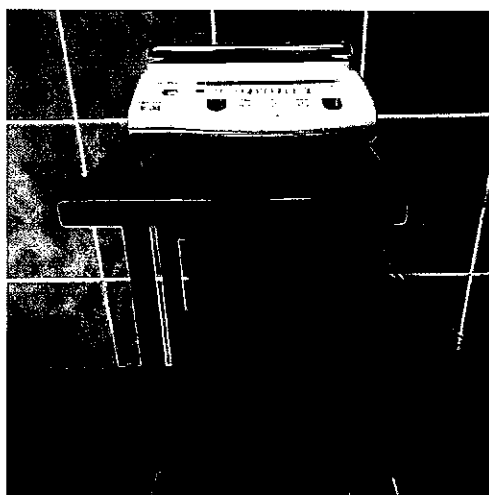


Рисунок 3 – определение средней плотности асфальтобетона

Среднюю плотность образца из смеси вычисляют по формуле (5):

$$\rho_m = \frac{g\rho^s}{g_2 - g_1}, \quad (5)$$

где  $g$  – масса образца, взвешенного на воздухе, г;  
 $\rho^s$  – плотность воды (принимается равной  $1 \text{ г/см}^3$ );  
 $g_1$  – масса образца, взвешенного в воде, г;  
 $g_2$  – масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и вторично взвешенного на воздухе, г [8].

Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Средняя плотность асфальтобетона

Тип асфальтобетона	Средняя плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>
асфальтобетон тип Б марки II	2,56
асфальтобетон тип Б марки III	2,57
асфальтобетон тип В марки II	2,43
асфальтобетон тип Г марки II	2,38
асфальтобетон ЩМА-15	2,55
асфальтобетон ЩМА-20	2,58

Дополнительно проводился мониторинг средней плотности асфальтобетона по подрядным организациям Архангельскавтодора. Результаты мониторинга представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты мониторинга средней плотности асфальтобетона в подрядных организациях Архангельскавтодора

Подрядчик	Тип асфальтобетона						
	2018 год			2017 год			
	Б II	Г II	ЩМА-15	Б II	Б III	ЩМА-15	ЩМА-20
АО «Плесецкое ДУ»	2,61	-	-	2,61	-	-	-
ООО «Севзапдорстрой»	2,55	-	-	-	-	2,60	-
АО «Котласское ДРСУ»	2,56	2,39	2,59	2,51	-	2,54	-
АО «Котласский АБЗ»	2,56	-	-	-	-	-	2,60
ООО «Автодороги»	2,64	-	-	2,57	2,59	-	-

## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО РАСХОДА АСФАЛЬТОБЕТОНА

Необходимо рассчитать фактический расход асфальтобетона для укладки на  $1000\text{ м}^2$  при толщине слоя 4 см.

Объем асфальтобетона типа Б марки II определяем по формуле (6)

$$V = h \cdot S, \quad (6)$$

где  $h$  – толщина слоя асфальтобетона, м;  
 $S$  – площадь дорожного полотна,  $\text{м}^2$ .

$$V = 1000 \cdot 0,04 = 40 \text{ м}^3$$

Фактический расход смеси находим по формуле (7):

$$m = V \cdot \rho, \quad (7)$$

где  $\rho$  – плотность асфальтобетона,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

$$m = 40 \cdot 2560 = 102800 \text{ кг} = 102,4 \text{ т}$$

Сравнение фактического расхода асфальтобетона с нормой расхода асфальтобетонной смеси, указанной в расценках 27-06-020 сборника ГЭСН-27 Автомобильные дороги представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнение фактического расхода асфальтобетона с нормами расхода по расценкам 27-06-020 сборника ГЭСН-27

Тип асфальтобетона	Фактический расход, т	Норма расхода, т
асфальтобетон тип Б марки II	102,4	96,6
асфальтобетон тип Б марки III	102,8	96,6
асфальтобетон тип В марки II	97,2	96,6
асфальтобетон тип Г марки II	95,2	93,3
асфальтобетон ЦМА-15	102,0	96,6
асфальтобетон ЦМА-20	103,2	96,6

Таблица 7 – Результаты фактического расхода асфальтобетона в подрядных организациях Архангельскавтодора

Подрядчик	Тип асфальтобетона						
	2018 год			2017 год			
	Б II	Г II	ЩМА-15	Б II	Б III	ЩМА-15	ЩМА-20
АО «Плесецкое ДУ»	104,4	-	-	104,4	-	-	-
ООО «Севзапдорстрой»	102,0	-	-	-	-	104,0	-
АО «Котласское ДРСУ»	102,4	95,6	103,6	100,4	-	101,6	-
АО «Котласский АБЗ»	102,4	-	-	-	-	-	104,0
ООО «Автодороги»	105,6	-	-	102,8	103,6	-	-

По результатам проведенных расчетов по определению фактического расхода на основании полученных данных средней плотности асфальтобетонных смесей и мониторинга средней плотности асфальтобетона в подрядных организациях Архангельскавтодора можно сделать вывод о том, что фактический расход асфальтобетонных смесей значительно отличается от норм расхода по расценкам 27-06-020.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работ по Государственному контракту от 20 сентября 2018 г. №519/08 были полностью решены все экспериментальные и методические задачи, поставленные в техническом задании:

1. Подобран состав асфальтобетонных смесей: асфальтобетон тип Б марки II; асфальтобетон тип Б марки III; асфальтобетон тип В марки II; асфальтобетон тип Г марки II; асфальтобетон ЩМА-15; асфальтобетон ЩМА-20.

2. Определены средние плотности асфальтобетонных смесей.

3. Определен фактический расход асфальтобетона на  $1000\text{м}^2$  при толщине слоя 4 см.

4. Выполнено сравнение фактического расхода асфальтобетона с нормой расхода асфальтобетонной смеси, указанной в расценках 27-06-020 сборника ГЭСН-27 Автомобильные дороги.

Выявлено, что фактический расход асфальтобетонных смесей значительно отличается от норм расхода по расценкам 27-06-020.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Удельный вес асфальта в 1м<sup>3</sup> - вес 1 куба асфальта. [Электронный ресурс] – URL: <https://naruservice.com/articles/udelnyj-ves-asfalta>;
- 2 Удельный вес и плотность асфальтобетона в 1 м<sup>3</sup> [Электронный ресурс] – URL: <https://tvoidvor.com/beton/udelnyiy-ves-i-plotnost-asfaltobetona-v-1-m3/>
- 3 Плотность асфальтобетона [Электронный ресурс] – URL: <https://www.interpribor.ru/density-of-asphalt-concrete-and-asphalt>
- 4 ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний. - Взамен ГОСТ 8725-75, ГОСТ 25589-83; введ.1989-07-01. - М.:Стандартиформ, 1989. – 6 с.;
- 5 ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний (с Изменениями N 1, 2). - Взамен ГОСТ 3344-83, ГОСТ 7392-85, ГОСТ 8269-87 ; введ.1998-07-01. - М.: ФГУП «Союздорнии», 1998
- 6 ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. – Введ. 2003-06-27. – М.: ФГУП «Союздорнии»
- 7 Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) / ФГУП «Союздорнии». - М., 2002. - 36 с.
- 8 ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний (с Изменением N 1). – Введ. 1999-01-01. – М.: ФГУП «Союздорнии»
- 9 ГЭСН 81-02-27-2001. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ – Введ. 2001-07-15. – М.: Госстрой России

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Состав асфальтобетонной смеси тип Б марка II

Таблица А.1 – Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материалов	Содерж. %	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-15 мм	45	45,0	42,2	16,7	2,7	1,0	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	45	45,0	45,0	45,0	37,9	28,4	19,0	12,1	7,8	1,8	1,0
Минеральный порошок	10	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,9	9,0	8,2
Итого:	100	100,0	97,2	71,7	50,6	39,4	29,6	22,6	18,1	11,0	9,3
Требования ГОСТ 9128-2009	Мин.	90,0	80,0	70,0	50,0	38,0	28,0	20,0	14,0	10,0	6,0
	Макс.	100,0	100,0	100,0	60,0	48,0	37,0	28,0	22,0	16,0	12,0

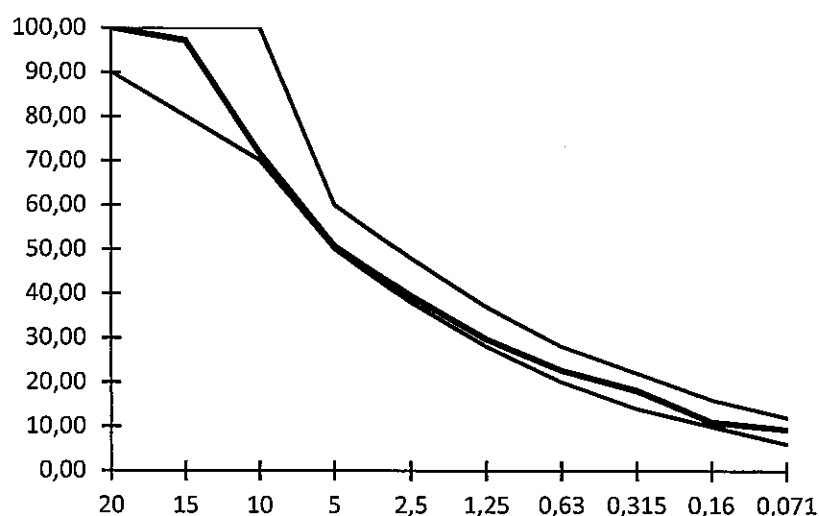


Рисунок А.1 – График зернового состава

Таблица А.2 – Состав асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка на замес, кг
Фракция 0-5 мм	40,6	38,3	0,918
Фракция 5-10 мм	21,1	19,9	0,477
Фракция 10-15мм	25,4	23,9	0,575
Фракция 15-20 мм	2,8	2,7	0,064
Минеральный порошок	10,0	9,4	0,226
Битум БНД-У 100/130	6,2	5,8	0,140
Всего	106,2	100,0	2,40

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Состав асфальтобетонной смеси тип Б марка III

Таблица Б.1 – Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материалов	Содерж. %	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-15 мм	40	40,0	37,5	14,9	2,4	0,9	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	51	51,0	51,0	51,0	42,9	32,2	21,5	13,7	8,9	2,0	1,1
Минеральный порошок	9	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	8,9	8,1	7,4
Итого:	100	100,0	97,5	74,9	54,4	42,1	31,1	23,1	18,1	10,3	8,6
Требования ГОСТ 9128-2009	Мин.	90,0	80,0	70,0	50,0	38,0	28,0	20,0	14,0	10,0	6,0
	Макс.	100,0	100,0	100,0	60,0	48,0	37,0	28,0	22,0	16,0	12,0

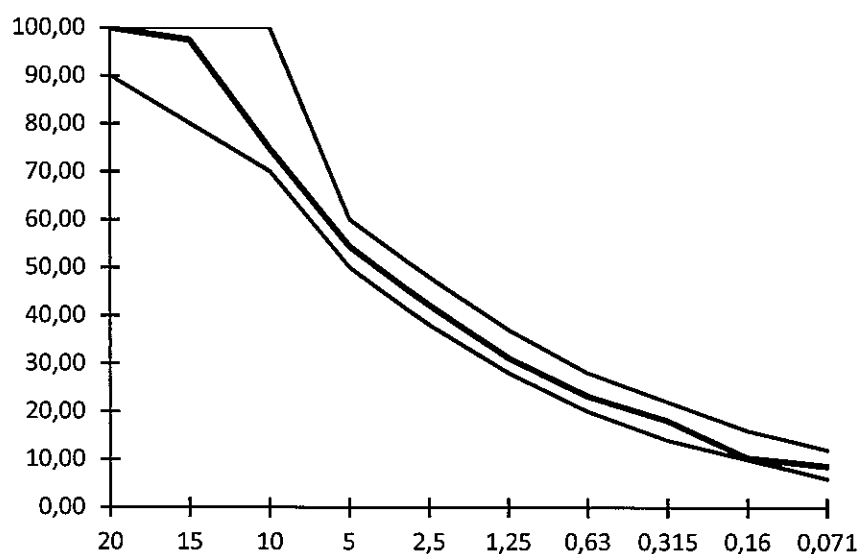


Рисунок Б.1 – График зернового состава

Таблица Б.2 – Состав асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка замес, на кг
Фракция 0-5 мм	45,4	42,8	1,028
Фракция 5-10 мм	20,5	19,3	0,464
Фракция 10-15мм	22,6	21,3	0,512
Фракция 15-20 мм	2,5	2,4	0,057
Минеральный порошок	9,0	8,5	0,204
Битум БНД-У 100/130	6,0	5,7	0,136
Всего	106,0	100,0	2,40

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Состав асфальтобетонной смеси тип В марка II

Таблица В.1 – Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материалов	Содерж. %	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-15 мм	30	30,0	28,1	11,2	1,8	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	56	56,0	56,0	56,0	47,2	35,4	23,6	15,1	9,7	2,2	1,2
Минеральный порошок	14	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	13,9	12,6	11,5
Итого:	100	100,0	98,1	81,2	63,0	50,1	38,1	29,4	23,8	15,0	12,8
Требования ГОСТ 9128-2009	Мин.	90,0	85,0	75,0	60,0	48,0	37,0	28,0	20,0	13,0	8,0
	Макс.	100,0	100,0	100,0	70,0	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0	14,0

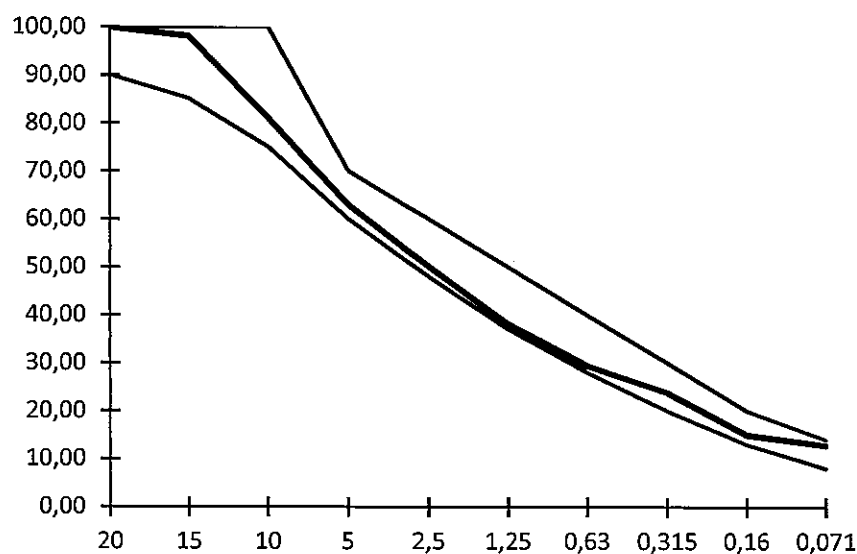


Рисунок В.1 – График зернового состава

Таблица В.2 – Состав асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка на замес, кг
Фракция 0-5 мм	49,0	46,2	1,109
Фракция 5-10 мм	18,2	17,1	0,412
Фракция 10-15мм	17,0	16,0	0,384
Фракция 15-20 мм	1,9	1,8	0,043
Минеральный порошок	14,0	13,2	0,317
Битум БНД-У 100/130	6,0	5,7	0,136
Всего	106,0	100,0	2,40

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Состав асфальтобетонной смеси тип Г марка II

Таблица Г.1 – Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материалов	Содерж. %	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	83	83,0	83,0	83,0	69,9	52,5	35,0	22,3	14,4	3,3	1,8
Минеральный порошок	17	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	16,8	15,3	14,0
Итого:	100	100,0	100,0	100,0	86,9	69,5	52,0	39,3	31,3	18,6	15,8
Требования ГОСТ 9128-2009	Мин.	100,0	100,0	100,0	70,0	56,0	42,0	30,0	20,0	15,0	8,0
	Макс.	100,0	100,0	100,0	100,0	82,0	65,0	50,0	36,0	25,0	16,0

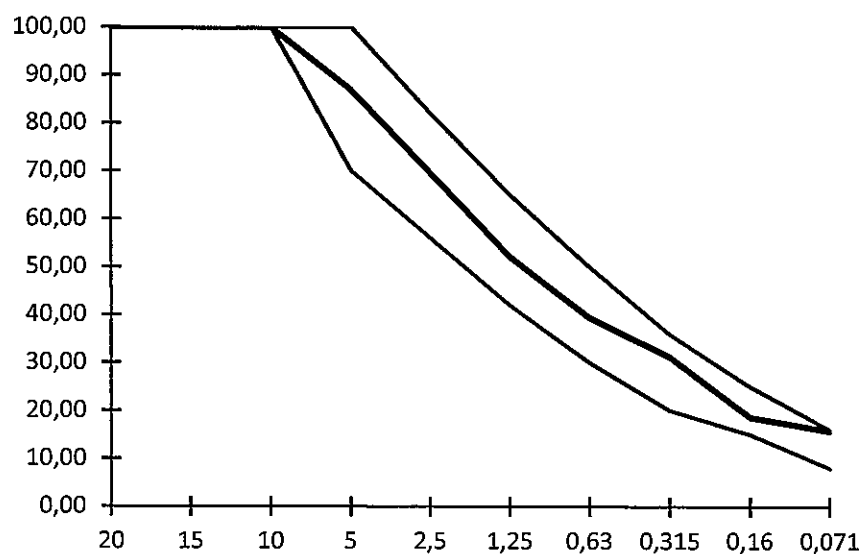


Рисунок Г.1 – График зернового состава

Таблица Г.2 – Состав асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка на замес, кг
Фракция 0-5 мм	69,9	65,6	1,575
Фракция 5-10 мм	13,1	12,3	0,296
Минеральный порошок	17,0	16,0	0,383
Битум БНД-У 100/130	6,5	6,1	0,146
Всего	106,5	100,0	2,40

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Состав асфальтобетонной смеси тип ЦМА-20

Таблица Е.1 – Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материалов	Содерж. %	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-20 мм	74	69,6	37,7	15,2	2,4	1,6	1,3	1,1	1,1	0,4	0,3
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	13	13,0	13,0	13,0	10,9	8,2	5,5	3,5	2,3	0,5	0,3
Минеральный порошок	13	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	12,9	11,7	10,7
Итого:	100	95,6	63,7	41,2	26,4	22,8	19,8	17,6	16,2	12,7	11,2
Требования ГОСТ 31015-2002	Мин.	90,0	50,0	25,0	20,0	15,0	13,0	11,0	9,0	8,0	8,0
	Макс.	100,0	70,0	42,0	30,0	25,0	24,0	21,0	19,0	15,0	13,0

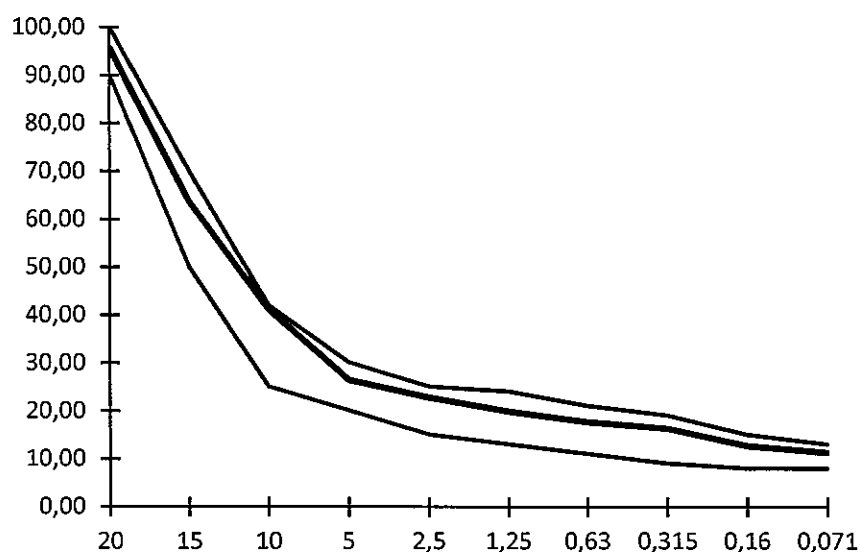


Рисунок Е.1 – График зернового состава

Таблица Е.2 – Состав асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка замес, на кг
Фракция 0-5 мм	13,4	12,7	0,355
Фракция 5-10 мм	14,8	14,0	0,392
Фракция 10-15мм	22,5	21,3	0,596
Фракция 15-20 мм	32,0	30,3	0,848
Фракция 20-40 мм	4,4	4,1	0,116
Минеральный порошок	13,0	12,3	0,345
Битум БНД-У 100/130	5,6	5,3	0,148
Всего	105,6	100,0	2,80