

# Подбор составов асфальтобетонных смесей



Состав асфальтобетонной смеси подбирают по заданию, составленному на основании проекта автомобильной дороги. В задании указываются тип, вид и марка асфальтобетонной смеси, а также конструктивный слой дорожной одежды, для которого она предназначена.

**Подбор состава асфальтобетонной смеси** включает испытание и по его результатам выбор составляющих материалов, а затем установление рационального соотношения между ними, обеспечивающего получение асфальтобетона со свойствами, отвечающими требованиям стандарта.

Минеральные материалы и битум испытывают в соответствии с действующими стандартами, а после проведения всего комплекса испытаний устанавливают пригодность материалов для асфальтобетонной смеси заданного типа и марки, руководствуясь положениями ГОСТ 9128-2009.

Выбор рационального соотношения между составляющими материалами начинают с расчета зернового состава.

Минеральную часть крупно- и мелкозернистых асфальтобетонных смесей при наличии крупного или среднего песка, а также отсеков дробления рекомендуется подбирать по непрерывным зерновым составам, при наличии мелкого природного песка - по прерывистым составам, где остов из щебня или гравия заполняется смесью, практически не содержащей зерен размером 5-0,63 мм.

Минеральную часть горячих и теплых песчаных и всех видов холодных асфальтобетонных смесей подбирают только по непрерывным зерновым составам.

Для удобства проведения расчетов целесообразно пользоваться кривыми предельных значений зерновых составов, построенными в соответствии с требованиями ГОСТ 9128-2009 (рис).

Смесь щебня (гравия), песка и минерального порошка подбирают таким образом, чтобы кривая зернового состава располагалась в зоне, ограниченной предельными кривыми, и была по возможности плавной.

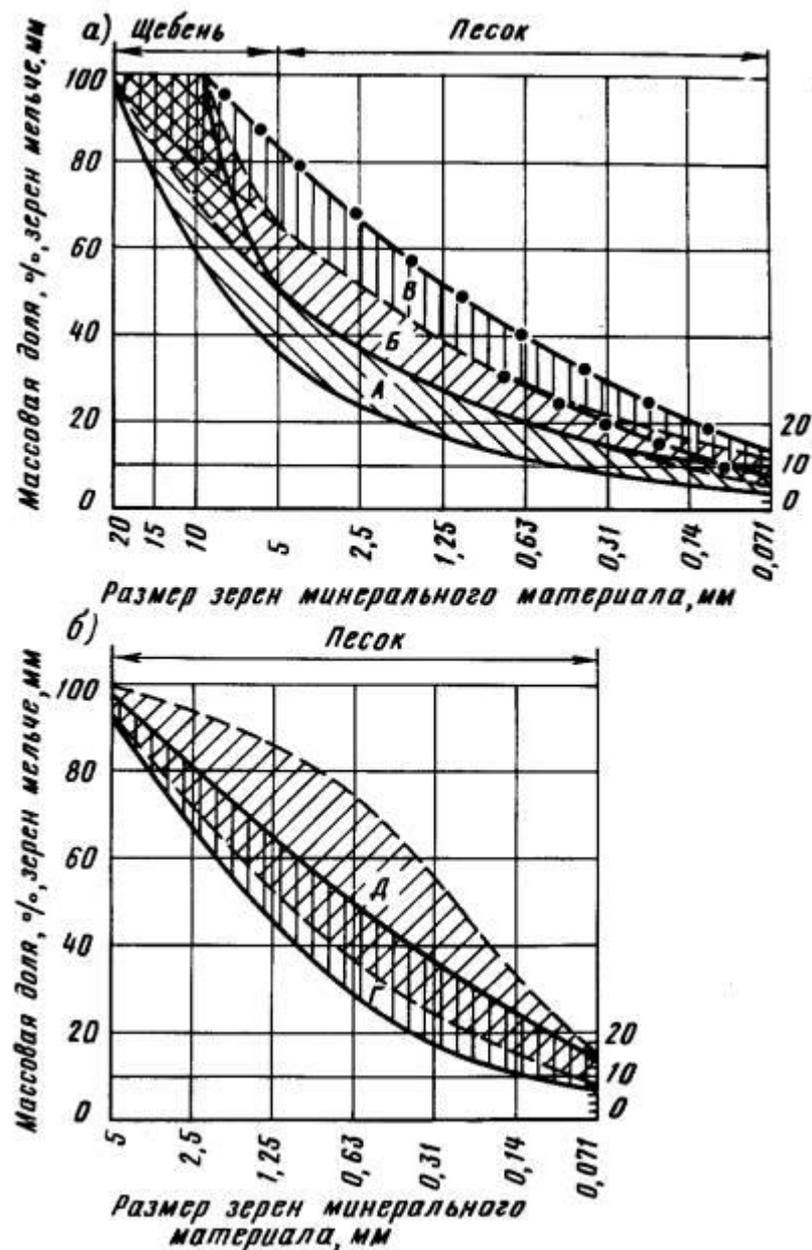
При подборе зернового состава смесей на дробленых песках и дробленом гравии, а также на материалах из отсевов дробления горных пород, для которых характерно высокое содержание тонкодисперсных зерен (мельче 0,071 мм), необходимо учитывать количество последних в общем содержании минерального порошка.

При использовании материалов из отсевов дробления изверженных горных пород полная замена минерального порошка их тонкодисперсной частью допускается в смесях для плотных горячих асфальтобетонов марки III, а также в смесях для пористых и высокопористых асфальтобетонов марок I и II.

В смесях для горячих, теплых и холодных асфальтобетонов марок I и II допускается только частичная замена минерального порошка; при этом в массе зерен мельче 0,071 мм, входящих в состав смеси, должно содержаться не менее 50% известнякового минерального порошка, отвечающего требованиям ГОСТ 16557.

При применении материалов из отсевов дробления карбонатных горных пород в состав горячих и теплых смесей для плотных асфальтобетонов марок II и III, а также холодных смесей марок I и II и смесей для пористых и высокопористых асфальтобетонов марок I и II минеральный порошок можно не вводить, если содержание зерен мельче 0,071 мм в отсевах обеспечивает соответствие зерновых составов требованиям ГОСТ 9128-2009, а свойства зерен мельче 0,315 мм в отсевах отвечают требованиям ГОСТ к минеральному порошку.

**Рис.** Непрерывные зерновые составы минеральной части горячих и теплых мелкозернистых (а) и песчаных (б) смесей для плотных асфальтобетонов, применяемых в верхних слоях покрытий.



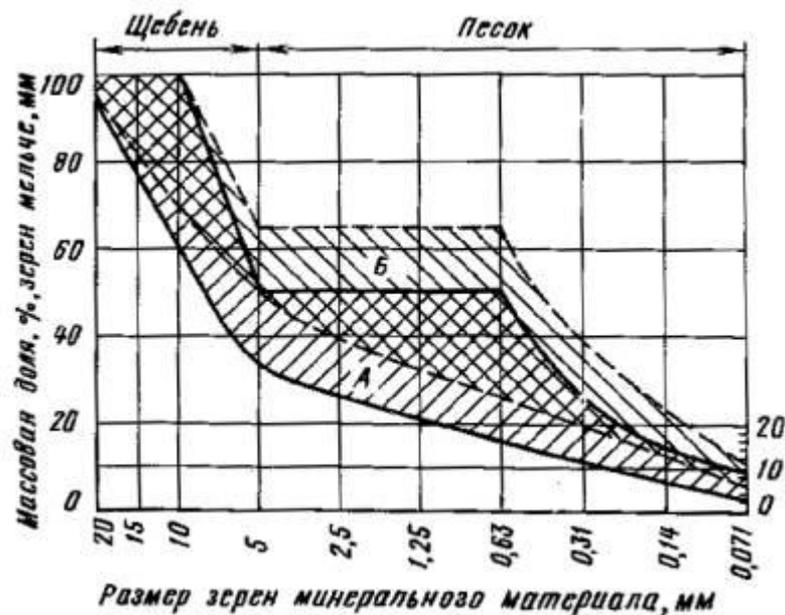
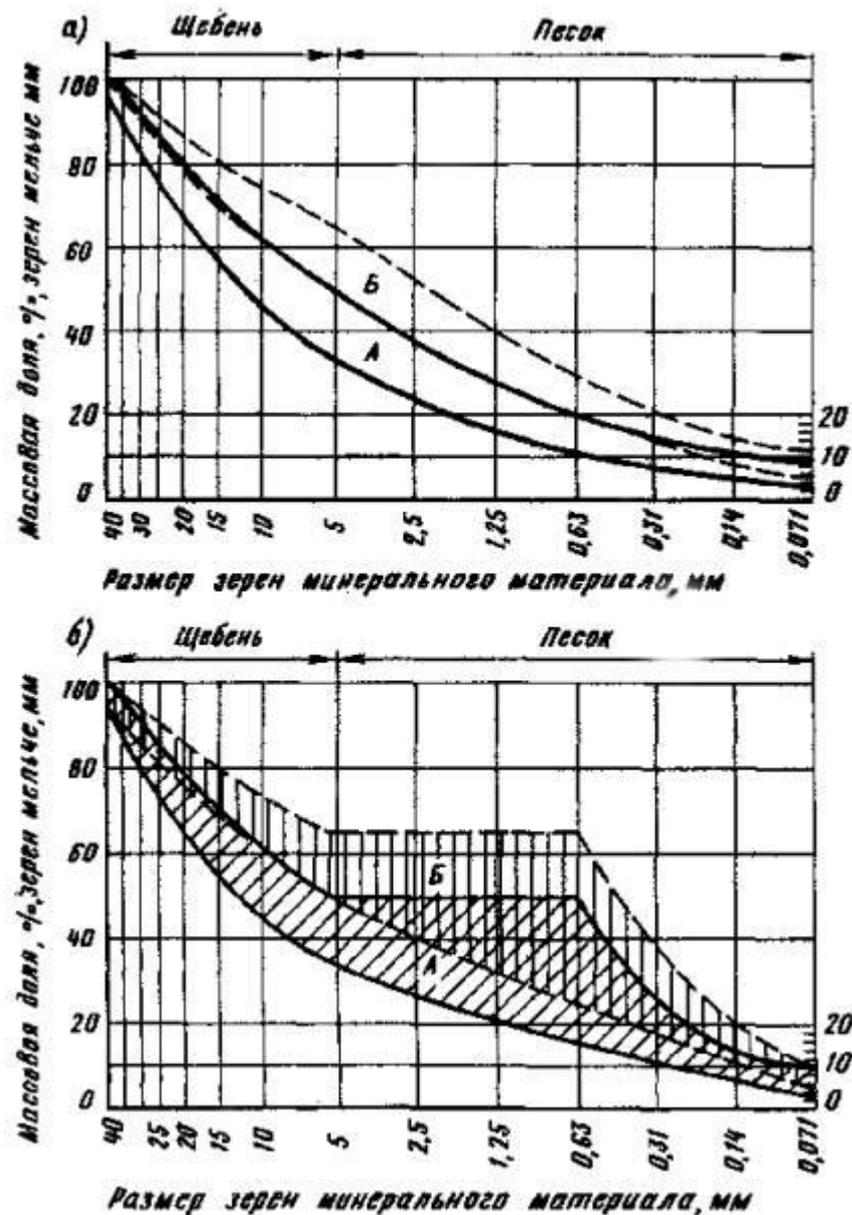


Рис. Прерывистые зерновые составы минеральной части горячих и теплых мелкозернистых асфальтобетонных смесей для плотных асфальтобетонов, применяемых в верхних слоях покрытий

Рис. Непрерывные (а) и прерывистые (б) зерновые составы минеральной части горячих и теплых крупнозернистых смесей для плотных асфальтобетонов, применяемых в нижних слоях покрытия и слоях оснований.

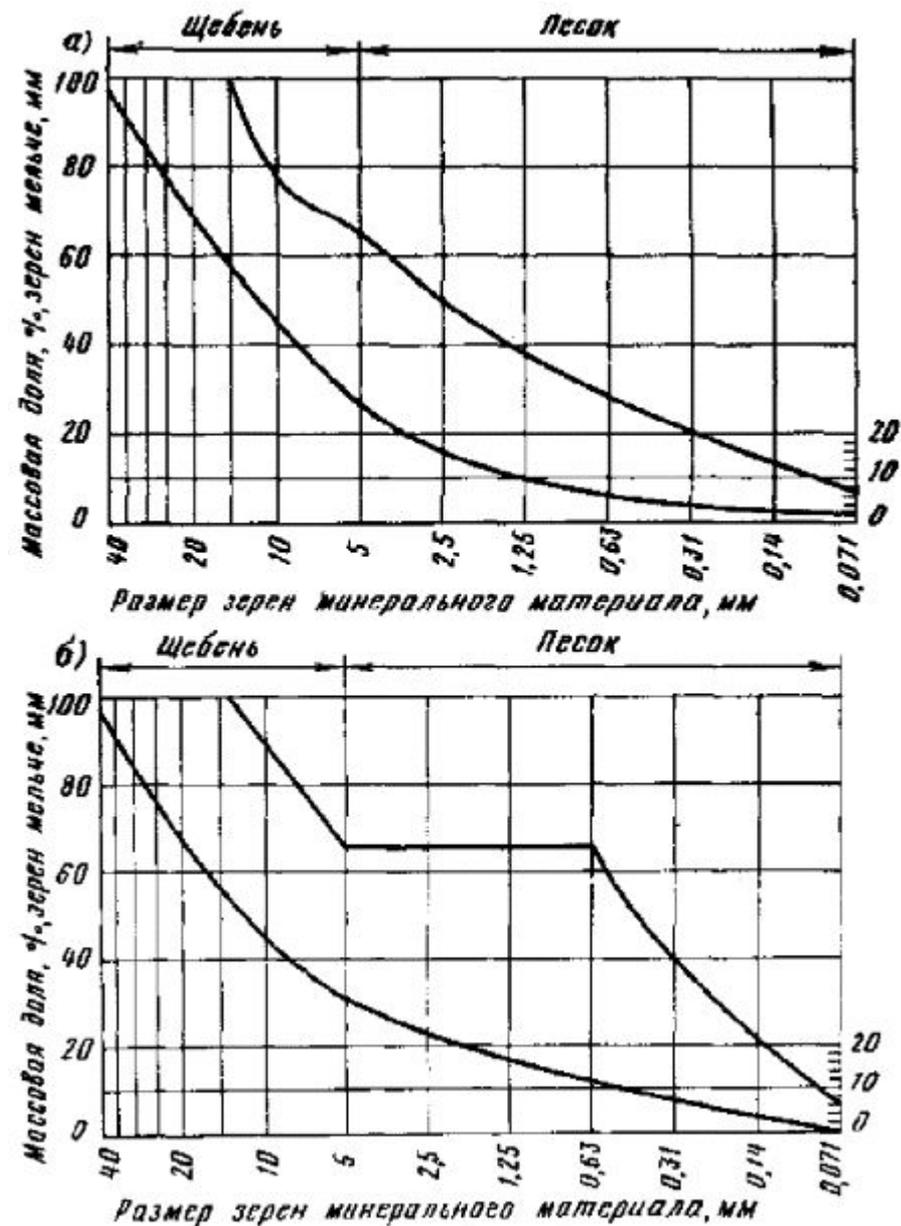


При использовании в асфальтобетоне продуктов дробления полиминерального гравия в IV-V дорожно-климатических зонах также допускается не вводить в асфальтобетонные смеси марки II минеральный порошок, если в массе зерен мельче 0,071 мм содержится не менее 40% карбонатов кальция и магния ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ).

В результате подбора зернового состава устанавливается процентное соотношение по массе между минеральными составляющими асфальтобетона: щебнем (гравием), песком и минеральным порошком.

Содержание битума в смеси выбирают предварительно в соответствии с рекомендациями прил.1 ГОСТ 9128-2009 и с учетом требований стандарта к величине остаточной пористости асфальтобетона для конкретного климатического региона. Так в IV-V дорожно-климатических зонах допускается применение асфальтобетонов с более высокой остаточной пористостью, чем в I-II, поэтому содержание битума в асфальтобетонах для этих зон назначают ближе к нижним рекомендуемым пределам, а в I-II - к верхним.

Рис. Непрерывные (а) и прерывистые (б) зерновые составы минеральной части горячих и теплых крупно- и мелкозернистых смесей для пористых и высокопористых асфальтобетонов, применяемых в нижних слоях покрытий и слоях оснований.



В лаборатории готовят три образца из асфальтобетонной смеси с предварительно выбранным количеством битума и определяют: среднюю плотность асфальтобетона, среднюю и истинную плотность минеральной части, пористость минеральной части и остаточную пористость асфальтобетона по ГОСТ 12801-84. Если остаточная пористость не соответствует выбранной, то из полученных характеристик рассчитывают требуемое содержание битума Б (%) по формуле:

$$Б = \frac{(V^{\circ}_{пор} - V_{пор}) \rho_{б}}{\rho^{\circ}_{м}}$$

где  $V^{\circ}_{пор}$  - пористость минеральной части, % объема;

$V_{пор}$  - выбранная остаточная пористость, % объема, принимается в соответствии с ГОСТ 9128-2009 для данной дорожно-климатической зоны;

$\rho_{б}$  - истинная плотность битума, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_{б} = 1$  г/см<sup>3</sup>;

$\rho^{\circ}_{м}$  - средняя плотность минеральной части, г/см<sup>3</sup>.

Рассчитав требуемое количество битума, вновь готовят смесь, формируют из нее три образца и определяют остаточную пористость асфальтобетона.

Если остаточная пористость совпадает с выбранной, то рассчитанное количество битума принимается.

Асфальтобетонную смесь подобранного состава готовят в лаборатории: крупнозернистую - 24-30 кг, мелкозернистую - 8-10 кг и песчаную смесь - 3-4 кг. Из смеси изготавливают образцы и определяют соответствие их физико-механических свойств ГОСТ 9128-2009.

Если асфальтобетон подобранного состава не отвечает требованиям стандарта по некоторым показателям, например по прочности при  $50^{\circ}\text{C}$ , то рекомендуется увеличить (в допустимых пределах) содержание минерального порошка или применить более вязкий битум; при неудовлетворительных значениях прочности при  $0^{\circ}\text{C}$  следует снизить содержание минерального порошка, уменьшить вязкость битума или ввести добавку полимера.

При недостаточной водостойкости асфальтобетона целесообразно увеличить содержание либо минерального порошка, либо битума; при этом остаточная пористость и пористость минерального остова должны оставаться в пределах, предусмотренных вышеупомянутым стандартом.

Для повышения водостойкости наиболее эффективны поверхностно-активные вещества и активированные минеральные порошки.

При назначении содержания битума для холодных асфальтобетонных смесей дополнительно следует предусмотреть меры, чтобы смесь не слеживалась при хранении. Для этого после определения требуемого количества битума готовят образцы для испытания на слеживаемость. Если показатель слеживаемости превышает требования ГОСТ 9128-2009, то содержание битума снижают на 0,5% и испытание повторяют. Уменьшать количество битума следует до получения удовлетворительных результатов по слеживаемости, однако при этом необходимо следить, чтобы величина остаточной пористости холодного асфальтобетона не превышала требований ГОСТ 9128-2009.

После корректировки состава асфальтобетонной смеси следует вновь испытать подобранную смесь.

Подбор состава асфальтобетонной смеси можно считать законченным, если все показатели свойств асфальтобетонных образцов отвечают требованиям вышеупомянутого ГОСТа.

## **Пример подбора состава асфальтобетонной смеси**

Необходимо подобрать состав мелкозернистой горячей асфальтобетонной смеси типа Б марки II для плотного асфальтобетона, предназначенного для устройства верхнего слоя покрытия в III дорожно-климатической зоне.

Имеются следующие материалы:

- щебень гранитный фракции 5-20 мм;
- щебень известняковый фракции 5-20 мм;
- песок речной;
- материал из отсевов дробления гранита;
- материал из отсевов дробления известняка;
- минеральный порошок неактивированный;
- битум нефтяной марки БНД 90/130 (по паспорту).

Характеристика испытываемых материалов приведена ниже.

Щебень гранитный: марка по прочности при раздавливании в цилиндре - 1000, марка по износу - И-I, марка по морозостойкости - Мр325, истинная плотность - 2,70 г/см<sup>3</sup>;

щебень известняковый: марка по прочности при раздавливании в цилиндре - 400, марка по износу - И-IV, марка по морозостойкости - Мр315, истинная плотность - 2,76 г/см<sup>3</sup>;

песок речной: содержание пылеватых и глинистых частиц - 1,8%, глины - 0,2% массы, истинная плотность - 2,68 г/см<sup>3</sup>;

материал из отсевов дробления гранита марки 1000:

содержание пылеватых и глинистых частиц - 5%, глины - 0,4% массы, истинная плотность - 2,70 г/см<sup>3</sup>; материал из отсевов дробления известняка марки 400: содержание пылеватых и глинистых частиц - 12%, глины - 0,5% массы, истинная плотность - 2,76 г/см<sup>3</sup>; минеральный порошок неактивированный: пористость - 33% объема, набухание образцов из смеси порошка с битумом - 2% объема, истинная плотность - 2,74 г/см<sup>3</sup>, показатель битумоемкости - 59 г, влажность - 0,3% массы; битум: глубина проникания иглы при 25°C - 94×0,1 мм, при 0°C - 31×0,1 мм, температура размягчения - 45°C, растяжимость при 25°C - 80 см, при 0°C - 6 см, температура хрупкости по Фраасу - минус 18°C, температура вспышки - 240°C, сцепление с минеральной частью асфальтобетонной смеси выдерживает, индекс пенетрации - минус 1.

По результатам испытаний пригодными для приготовления смесей типа Б марки II можно считать щебень гранитный, песок речной, материал из отсевов дробления гранита, минеральный порошок и битум марки БНД 90/130.

Щебень известняковый и материал из отсевов дробления известняка не отвечают требованиям табл. 10 и 11 ГОСТ 9128-2009 по показателям прочности.

Зерновые составы отобранных минеральных материалов приведены в табл.

Расчет состава минеральной части асфальтобетонной смеси начинают с определения такого соотношения масс щебня, песка и минерального порошка, при котором зерновой состав смеси этих материалов удовлетворяет требованиям табл. 6 ГОСТ 9128-2009.

**Таблица**

Минеральный материал	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Исходные данные										
Щебень гранитный	100	95	57	5	-	-	-	-	-	-
Песок речной	100	100	100	100	92,4	73	64	38	24	2
Материалы из отсевов дробления гранита	100	100	100	100	78	49	30	21	11	7,2
Минеральный порошок	100	100	100	100	100	100	98	93	83	74
Расчетные данные										
Щебень гранитный (50%)	50	47,5	28,5	2,5	-	-	-	-	-	-
Песок речной (22%)	22	22	22	22	20,3	16,1	14,1	8,4	5,3	0,4
Материалы из отсевов дробления гранита (20%)	20	20	20	20	16,6	9,8	6	4,2	2,2	1,4
Минеральный порошок (8%)	8	8	8	8	8	8	7,8	7,4	6,6	5,9
Итого:	100	97,5	78,5	52,5	43,9	33,9	27,9	20	14,1	7,7
	95-100	85-100	70-100	50-65	38-52	28-39	20-29	14-22	09-16	06-12

## Расчет количества щебня

В соответствии с ГОСТ 9128-84 и рис. 2,а содержание частиц щебня крупнее 5 мм в асфальтобетонной смеси типа Б составляет 35-50%. Для данного случая принимаем содержание щебня  $\text{Щ}=48\%$ . Поскольку зерен крупнее 5 мм в щебне содержится 95%, то щебня потребуется

$$\text{Щ} = \frac{48}{95} \cdot 100 \approx 50\%$$

Полученное значение заносят в табл. 7 и рассчитывают содержание в смеси щебня каждой фракции (берут 50% количества каждой фракции щебня).

## Расчет количества минерального порошка

В соответствии с ГОСТ 9128-84 и рис. 2,а содержание частиц, мельче 0,071 мм в минеральной части асфальтобетонной смеси типа Б должно быть в пределах 6-12%. Для расчета принимаем содержание частиц, например, ближе к нижнему пределу требований, т. е. 7%. Если количество этих частиц в минеральном порошке составляет 74%, то содержание минерального порошка в смеси

$$\text{МП} = \frac{7}{74} \cdot 100 \approx 9\%$$

Однако для наших условий следует принять 8% минерального порошка, так как в песке и материале из отсевов дробления гранита уже имеется небольшое количество частиц мельче 0,071 мм. Полученные данные заносят в **табл.7** и рассчитывают содержание минерального порошка каждой фракции (берут 8%).

### **Расчет количества песка**

Количество песка П в смеси составит:

$$П = 100 - (Щ + МП) = 100 - (50 + 8) = 42\%$$

Так как в данном примере использованы два вида песка (речной и материалы из отсевов дробления гранита), необходимо определить количество каждого из них в отдельности.

Соотношение между речным песком Пр и материалом из отсева дробления гранита можно установить по содержанию в них зерен мельче 1,25 мм, которых согласно ГОСТ 9128-84 и рис. 2,а в асфальтобетонной смеси типа Б должно быть 28-39%. Мы принимаем 34%; из них 8%, как рассчитано выше, приходится на долю минерального порошка. Тогда на долю песка остается  $34 - 8 = 26\%$  зерен мельче 1,25 мм. Учитывая, что массовая доля таких зерен в речном песке - 73%, а в материале из отсевов дробления гранита - 49%, составляем пропорцию для определения массовой доли речного песка в минеральной части асфальтобетонной смеси:

$$\frac{73\Pi_p}{100} + \frac{(42 - \Pi_p)49}{100} = 26\% \quad \Pi_p = \frac{5,42}{0,24} = 22,6\%$$

Для расчета принимаем  $\Pi_p = 22\%$ ; тогда количество материала из отсева дробления гранита составит  $42 - 22 = 20\%$ . Рассчитав аналогично щебню и минеральному порошку количество каждой фракции в песке и материале, из отсевов дробления гранита, записываем полученные данные в табл. 7. Суммируя в каждой вертикальной графе количество частиц мельче данного размера, получаем общий зерновой состав смеси минеральных материалов. Сравнение полученного состава с требованиями ГОСТ 9128-84 показывает, что он удовлетворяет им.

Аналогично рассчитываем минеральную часть асфальтобетонной смеси прерывистого зернового состава.

### **Определение содержания битума**

Щебень, песок, материал из отсевов дробления гранита и минеральный порошок смешивают с 6% битума. Такое количество битума является средним значением из рекомендуемых в прил. 1. ГОСТ 9128-84 для всех дорожно-климатических зон.

Из полученной смеси готовят три образца диаметром и высотой 71,4 мм.

Поскольку щебня в асфальтобетонной смеси содержится 50%, смесь уплотняют комбинированным методом: вибрированием на виброплощадке в течение 3 мин под нагрузкой 0,03 МПа (0,3 кгс/см<sup>2</sup>) и доуплотнением на прессе в течение 3 мин под нагрузкой 20 МПа (200 кгс/см<sup>2</sup>). Через 12 - 48 ч определяют среднюю плотность (объемную массу) асфальтобетона (образцов)  $\rho_m^a$ , истинную плотность минеральной части асфальтобетона  $\rho^o$  и на основании этих данных вычисляют среднюю плотность  $\rho_m^o$  и пористость  $V_{пор}^o$  минеральной части образцов.

Зная истинную плотность всех материалов и выбрав по ГОСТ 9128-2009 остаточную пористость асфальтобетона  $V_{пор} = 4\%$ , рассчитывают ориентировочное количество битума. Средняя плотность пробных асфальтобетонных образцов при содержании битума 6,0% (сверх 100% минеральной части) равна 2,35 г/см<sup>3</sup>. В этом случае

$$\rho^o = \frac{100}{\frac{50}{2,70} + \frac{22}{2,68} + \frac{20}{2,70} + \frac{8}{2,74}} = 2,70 \quad \text{г/см}^3;$$

$$\rho^o_{\text{ж}} = \frac{2,35 \cdot 100}{100 + 6} = 2,22 \quad \text{г/см}^3;$$

$$V^o_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{2,22}{2,70}\right) \cdot 100 = 17,8\%$$

$$B = \frac{(17,8 - 4) \cdot 1,0}{2,22} = 6,2\%$$

Из контрольной смеси с 6,2% битума изготавливают три образца и определяют остаточную пористость. Если она будет в пределах  $4,0 \pm 0,5\%$  (как было принято для мелкозернистого асфальтобетона из смесей типа Б), то готовят новую смесь с таким же количеством битума, формуют 15 образцов и испытывают их в соответствии с требованиями ГОСТ 9128-84 (по три образца на каждый вид испытания).

Если показатели свойств образцов, приготовленных из подобранной смеси, имеют отклонения от требований ГОСТа, то необходимо провести корректировку состава смеси и вновь ее испытать.

# Основные принципы подбора щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси



Зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов должны соответствовать указанным в таблице.

Вид смесей и асфальтобетонов	Размер зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
ЩМА-10	-	-	<b>100-90</b>	<b>40-30</b>	29-19	26-16	<b>22-13</b>	20-11	17-10	<b>15-10</b>
ЩМА-15	-	<b>100-90</b>	<b>60-40</b>	<b>35-25</b>	28-18	25-15	<b>22-12</b>	20-10	16-09	<b>14-09</b>
ЩМА-20	<b>100-90</b>	<b>70-50</b>	42-25	<b>30-20</b>	25-15	24-13	<b>21-11</b>	19-09	15-08	<b>13-08</b>

Показатели физико-механических свойств асфальтобетонов, применяемых в конкретных дорожно-климатических зонах, должны соответствовать указанным в таблице.

Таблица – основные показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона

Наименование показателя	Значение показателя для дорожно-климатических зон		
	I	II, III	IV, V
Пористость минеральной части, %	От 15 до 19	От 15 до 19	От 15 до 19
Остаточная пористость, %	От 1,5 до 4,0	От 1,5 до 4,5	От 2,0 до 4,5
Водонасыщение, % по объему: образцов, отформованных из смесей	От 1,0 до 3,5	От 1,0 до 4,0	От 1,5 до 4,0
вырубок и кернов готового покрытия, не более	3	3,5	4
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:			
при температуре 20 °С	2	2,2	2,5
при температуре 50 °С	0,6	0,65	0,7
Сдвигоустойчивость:			
коэффициент внутреннего трения, не менее	0,92	0,93	0,94
сцепление при сдвиге при температуре 50 °С, МПа, не менее	0,16	0,18	0,2
Трещиностойкость - предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа:			
не менее	2	2,5	3
не более	5,5	6	6,5
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,9	0,85	0,75

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Щебеночно-мастичный асфальтобетон ЩМА-10

Материал	Потребность в материале, % по массе
Щебень фракций, мм:	
5-10	60-70
10-15	-
15-20	-
Песок из отсевов дробления	10-30
Минеральный порошок	10-20
Битум или ПБВ	6,5-7,5
Стабилизирующая добавка	0,2-0,5

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

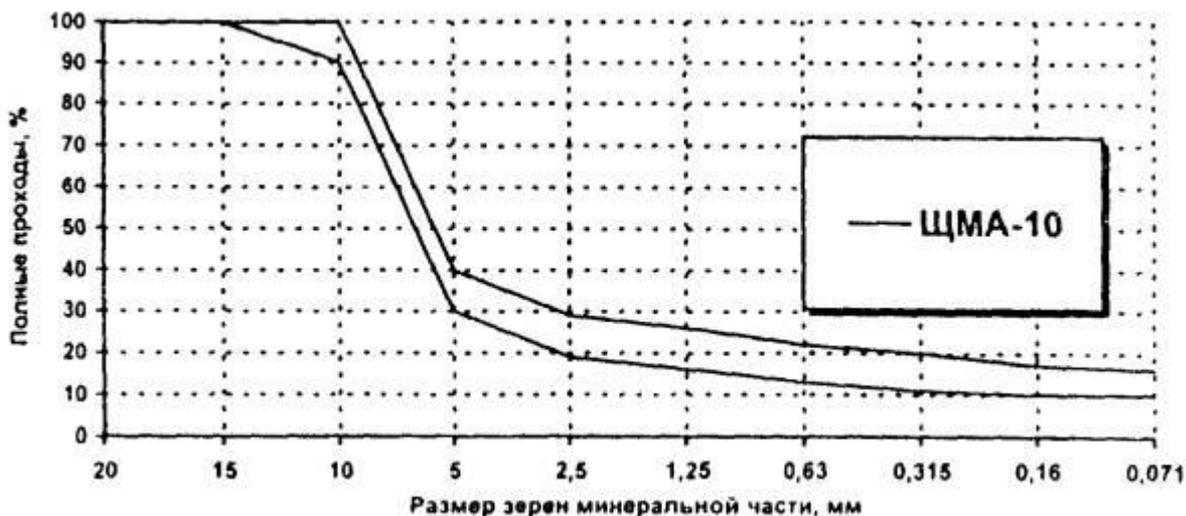
## Применяемые битумные вяжущие

Дорожно-климатическая зона	I	II-III	IV-V
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	90-200	60-130	40-90

## Зерновой состав минеральной части ЦМА-10

Содержание минеральных зерен, %, мельче данного размера, мм									
20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
100	100	90-100	30-40	19-29	16-26	13-22	11-20	10-17	10-15

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона



**Рис.** - Зерновой состав минеральной части ЩМА-10

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Устройство верхних слоев дорожных покрытий из ЩМА-10

Рекомендуемая толщина слоя, см	Расход смеси, кг/м <sup>2</sup>
2,0-4,0	50-100

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Щебеночно-мастичный асфальтобетон ЦМА-15

### Потребность в материалах для приготовления смеси

Материал	Потребность о материале, % по массе
Щебень фракций, мм:	
05-10	15-25
10-15	40-60
15-20	-
Песок из отсевов дробления	05-20
Минеральный порошок	10-20
Битум или ПБВ	6,0-7,0
Стабилизирующая добавка	0,2-0,5

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Применяемые битумные вяжущие

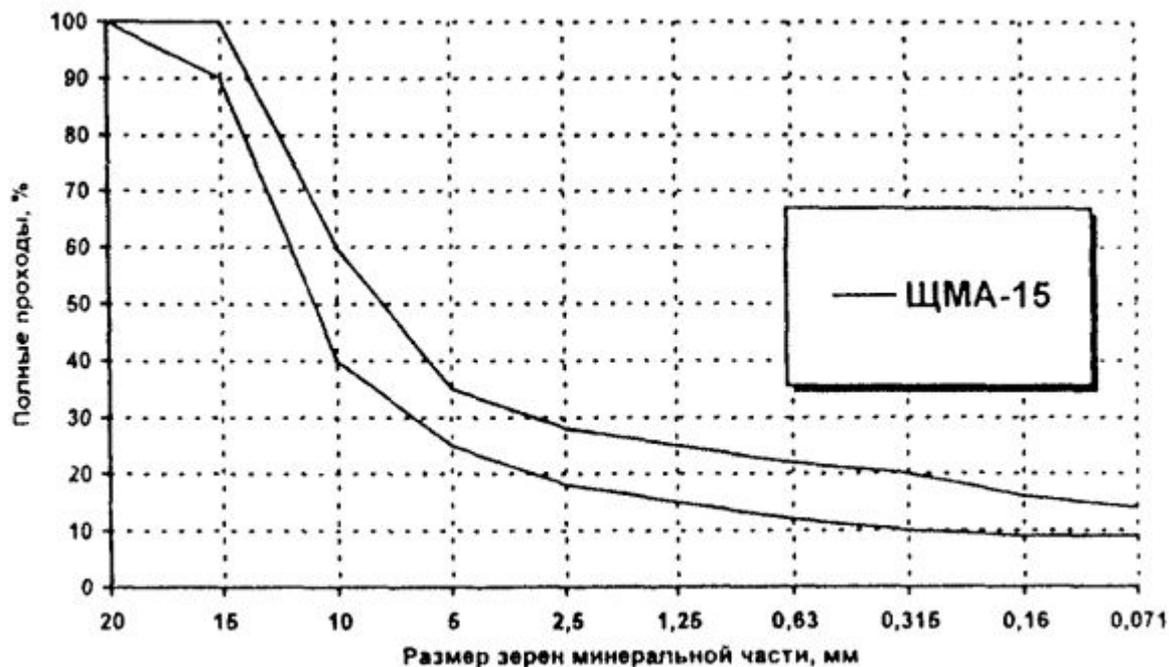
Дорожно-климатическая зона	I	II-III	IV-V
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	90-200	60-130	40-90

## Зерновой состав минеральной части ЦМА-15

Содержание минеральных зерен, %, мельче данного размера, мм									
20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
100	90-100	40-60	25-35	18-28	15-25	12-22	10-20	09-16	09-14

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Зерновой состав минеральной части ЩМА-15



# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Устройство верхних слоев дорожных покрытий из ЩМА-15

Рекомендуемая толщина слоя, см	Расход смеси, кг/м <sup>2</sup>
3,0-5,0	75-125

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

## Щебеночно-мастичный асфальтобетон ЩМА-20

### Потребность в материалах для приготовления смеси

Материал	Потребность в материале, % по массе
Щебень фракций, мм:	
05-10	10-15
10-15	20-30
15-20	30-50
Песок из отсевов дробления	5-15
Минеральный порошок	10-20
Битум или ПБВ	5,5-6,0
Стабилизирующая добавка	0,2-0,5

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

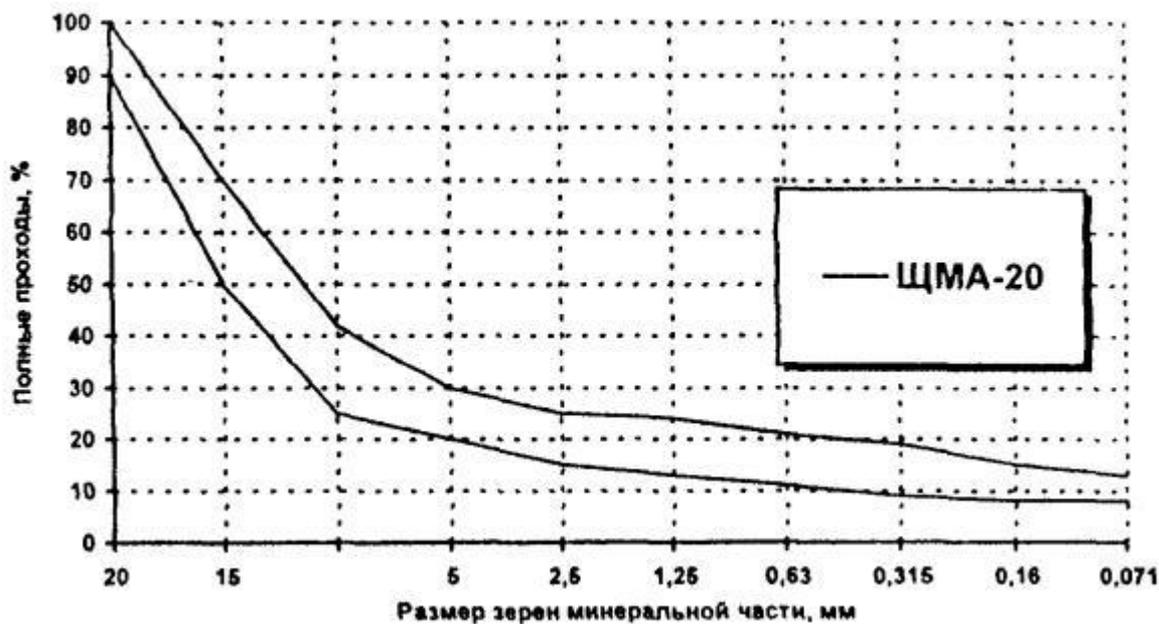
## Применяемые битумные вяжущие

Дорожно-климатическая зона	I	II-III	IV-V
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	90-200	60-130	40-90

## Зерновой состав минеральной части ЩМА-20

Содержание минеральных зерен, %, мельче данного размера, мм									
20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
90-100	50-70	25-42	20-30	15-25	13-24	11-21	9-19	08-15	08-13

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона



**Зерновой состав минеральной части ЩМА-20**

# Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

**Устройство верхних слоев дорожных покрытий из ЩМА-20**

Рекомендуемая толщина слоя, см	Расход смеси, кг/м <sup>2</sup>
4,0-6,0	100-150

# Основные принципы подбора состава литой асфальтобетонной смеси



## Компоненты, рецептура и свойства

Минеральный порошок предпочтительно использовать стандартный и удовлетворяющий требованиям таблицы.

Однако отвергать другие порошки без достаточного обоснования не рекомендуется.

# Компоненты, рецептура и свойства Таблица

Наименование показателей для различных порошков		Значения показателей для литых смесей типов				
		I	II	III	IV	V
Вид порошка	активированный из карбонатных горных пород	+	+	+	+	+
	не активированный из карбонатных горных пород	+	+	+	+	+
	тонкомолотые некарбонатные горные породы	-	-	+	-	+
	тонкомолотые основные металлургические шлаки	-	-	+	-	+

# Компоненты, рецептура и свойства

Продолжение  
таблицы

	порошкообразные отходы стройиндустрии	-	-	+	-	+
	пыль уноса пылегазоочистных сооружений ЦБЗ	-	-	+	-	+
Показатель битумоемкости, т, не более		100				
Количество частиц мельче 0,071 мм, масс. %, не менее		70	70	65	70	65
Пористость, об. %, не более		35	35	40	35	40
Допускаемое замещение минерального порошка пылью уноса АБЗ, масс. %, не более		4	4	20	4	20
при содержании глинистых частиц в пыли уноса, масс. %, не более		0	0	1	0	1

# Компоненты, рецептура и свойства

Объективно оценить пригодность порошка для использования в литом асфальтобетоне можно лишь по результатам испытаний изготовленных на нем асфальтобетонных образцов.

Учет этого важного обстоятельства позволяет использовать в некоторых типах литого асфальтобетона даже такие, малопригодные на первый взгляд, порошки, как лессовые, молотый мергель, гипсовый камень или гипс, фильтр-прессные отходы сахарной промышленности, отходы содовых заводов, феррохромовый шлак и др.

Песок играет важную технологическую и экономическую роль в производстве литой асфальтобетонной смеси. При выборе песка предпочтение отдают природному песку. Чем плотнее и крупнее зерно, тем подвижнее и плотнее минеральная смесь и тем меньше она требует битума. В отличие от минерального порошка большинство природных морских, речных и озерных кварцевых песков в химическую реакцию с битумом не вступает.

Для большинства литых смесей можно рекомендовать пески удовлетворяющие требованиям стандарта и табл.

Таблица

Наименование показателей		Значения показателей для смесей типов				
		I	II	III	IV	V
вид песка	природный	+	+	+	+	+
	дробленый			+	+	
	смесь природного и дробленого песка (соотношение)	1:1	1:1	1:2	1:2	1:2
	высевки (фракции 3-5 и 5-8мм)	+	+		+	
Марка дробленного песка, не менее		800	800	600	600	600
Группа песка, не ниже		Крупн.	Средн.	Мелк.	Средн.	Мелк.
Модуль крупности, в пределах		св. 2,5	2-2,5	1,5-2	2-2,5	1,5-2

Продолжение  
таблицы

Содержание пылевидных, глинистых и илистых частиц, масс. %, не более:	в природном песке	3	3	3	3	3
	в дробленном песке	3	4	4	4	4
Содержание зерен размером 1,25-5 мм, масс.%, не менее	в природном песке				14	
	в дробленном песке				33	

**Примечание.** В качестве дробленного песка допускается применение отсеков дробления с наибольшей крупностью зерен 5 мм изверженных, метаморфических или плотных осадочных пород а также гравия.

# Компоненты, рецептура и свойства

Для смесей I и II типов не рекомендуется использование отсеков дробления, содержащих повышенное количество пылеватых частиц, во избежание ухудшения подвижности смесей и увеличения расхода битума.

**Дробленые пески** желательно использовать лишь как добавку в природный окатанный песок при изготовлении смесей I и II типов. в чистом виде их можно применять только в смесях III, IV и V типов. Существенно улучшаются практически все свойства литого асфальтобетона при введении в смесь высевок фракции 3-5 мм из трудно полируемых горных пород. Соотношение фракции 3-5 мм и фракции 5-10 в смеси следует принимать как 2:1 или 1,5:1.

**Щебень** (гравий) для щебенистых (гравийных) литых смесей должен отвечать требованиям и табл. 3.

Не рекомендуется применять щебень, получаемый дроблением слабых (марка по дробимости ниже 600) и пористых пород. Пористый щебень быстро впитывает битум, и для обеспечения необходимой подвижности смеси содержание битума придется увеличивать.

# Компоненты, рецептура и свойства

В смесях для верхнего слоя требуется применять щебень из плотных и трудно полируемых горных пород, кубовидной формы максимальной крупностью до 15(20) мм. Причем для смесей I типа щебень рекомендуется фракции 3-15 с соотношением зерен размером 3-5, 5-10 и 10-15 мм как 2,5:1,5:1,0. Для смесей V типа максимальный размер зерна может достигать 20 мм, а для III - 40 мм. В последнем случае прочность исходной горной породы может быть снижена на 20-25 %.

Таблица

Наименование показателей		Значения показателей для литых смесей типов			
		I	II	III	V
Размер дозируемых фракций щебня (гравия), мм		3-5, 5-10, 10-15	5-15(20)	5-35(40)	5-15(20)
Марка по прочности при сжатии (раздавливании) в цилиндре, не ниже для видов*:	«А»	1000	1000	800	800
	«Б»	-	-	600	800
марка по дробимости, не ниже для видов:	«В»	-	-	Др.12	Др.8
	«Г»	-	Др.8	Др.12	Др.12
Марка по износу (истираемости) в полочном барабане, не ниже для видов:	«А»	II-II	II-II	II-III	II-II
	«Б»		II-II	II-III	II-II
	«В»			II-III	II-II
	«Г»			II-III	II-II

# Компоненты, рецептура и свойства

Продолжение  
таблицы 3

Марка по морозостойкости, не ниже для видов:	«А»	F-50	F-50		
	«Б»			F-25	F-25
	«В»			F-25	F-25
	«Г»			F-25	F-25
Содержание глинистых и илистых частиц в щебне, масс. %, не более		0,5	1	2	2
Содержание слабых пород, масс. %, не более		3	5	10	10
Содержание зерен лещадной и игловатой формы масс. %, не более		10	15	25	25

**Примечание.** «А» - щебень из метаморфических и изверженных горных пород, «Б» - щебень из осадочных пород (кроме гравия), «В» гравий, «Г» щебень из гравия или шлаков.

# Компоненты, рецептура и свойства

Без особого ущерба для асфальтобетона из смесей II, III и V типов, но с большой выгодой для производства, может быть снижено требование к дробимости зерен щебня. Дробление зерен в этих асфальтобетонных смесях маловероятно, так как формирование структуры в монолит происходит под влиянием гравитации или вибрации и без участия тяжелых катков.

В литых смесях II, III и V типом можно с успехом применять гравий. Благодаря окатанной форме и ультракислоте характеру поверхности зерен смесь имеет повышенную подвижность при меньшем расходе битума.

Битум определяет фазовый состав асфальтового вяжущего вещества в асфальтобетоне, подвержен наибольшему изменению по сравнению с другими компонентами смеси и влияет на теплоустойчивость покрытия. Поэтому, ориентируются в основном на вязкие марки, имеющие свойства, указанные в **табл. 4**.

# Компоненты, рецептура и свойства

Если битум не обладает комплексом указанных свойств, его улучшают добавками природных битумов, битуминозных пород, эластомерами и т.п. К весьма эффективным добавкам относятся природные битумы, которые хорошо совместимы с нефтяными и просты в использовании.

Природные битумы образовались из нефти в верхних слоях земной коры в результате потери легких и средних фракций - природной деасфальтизации нефти, а также процессов взаимодействия ее компонентов с кислородом или серой.

На территории нашей страны природные битумы находятся в составе различных битуминозных пород и в чистом виде встречаются редко.

Таблица

Наименование показателей	Значения показателей для смесей, типов				
	I	II	III	IV	V
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при температуре 25 °С (100 г, 5 с) в пределах	40-50	40-90	60-130	60-90	60-90
Температура размягчения по методу КиШ, °С, не ниже	55	52	48	50	50
Растяжимость при 25 °С, см, не менее	40	40	50	50	50
Температура хрупкости, °С, не выше	-10	-15	-15	-15	-15
Сцепление с мрамором или песком	Выдерживают				
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	6				
Температура вспышки, °С, не ниже	250	240	240	240	240

# Компоненты, рецептура и свойства

Месторождения битумов залегают в виде пластов, линз, жил и на поверхности. Наибольшее количество битума содержится в пластовых и линзовых месторождениях. Жильные месторождения в нашей стране встречаются редко. Значительное количество природного битума находится в поверхностных месторождениях. По своему химическому составу эти битумы сходны с нефтяными. Природные битумы бывают твердыми, вязкими и жидкими. Твердые битумы (асфальтиты). Плотность асфальтитов 1100-1200 кг/м<sup>3</sup>, температура размягчения 145...215 °С. В среднем асфальтит содержит 25% масел, 20% смол и 55% асфальтенов.

Асфальтиты обладают повышенными адгезионными свойствами благодаря большому содержанию в их составе природных поверхностно-активных веществ - асфальтогеновых кислот и их ангидридов. Асфальтиты устойчивы к старению при воздействии солнечной радиации и кислорода воздуха.

# Компоненты, рецептура и свойства

Положительные результаты были получены при введении в литую смесь дробленого полиэтилена, а также тонко измельченного резинового порошка (ТИРП) в количестве 1,5% от массы минеральных материалов.

В качестве добавки, повышающей теплоустойчивость литого асфальтобетона, рекомендуют использовать дегазированную серу в комовом, гранулированном (размер гранул до 6 мм) или жидком виде.

Серу вводят в мешалку на горячие минеральные материалы, т. е. перед подачей битума. Количество серы назначают в пределах 0,25-0,65 от содержания битума. При этом количество битума с серой составляет 0,4-0,6 от содержания минерального порошка.

# Компоненты, рецептура и свойства

Подводя итог сказанному, нужно иметь в виду, что большинство перечисленных «ноу-хау» требуют преодоления серьезных технических и технологических проблем, а также дополнительных финансовых затрат, решить которые могут далеко не все организации.

Увеличивая себестоимость производства, они не всегда способствуют улучшению технологических свойств смесей и эксплуатационных характеристик покрытия, а также здоровья людей и экологии.

**Рецептуру смесей рекомендуется подбирать по специальной методике. К расчету содержания компонентов приступают после определения зернового (гранулометрического) состава всех минеральных материалов и построения кривой рассева. Кривая должна вписываться в рекомендуемые пределы для конкретного типа смеси**

# Компоненты, рецептура и свойства

Таблица Зерновые (гранулометрические) составы литых асфальтобетонных смесей

Тип смеси	Рекомендуемое содержание, % зерен минерального материала, мельче указанного размера, мм									
	40	20	10	5	3	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Тип I		95-100	70-90	45-55	40-53	35-50	30-45	25-42	21-35	18-22
Тип II		95-100	70-90	50-65	42-52	32-45	25-40	21-35	16-27	14-18
Тип III	95-100	72-95	50-70	35-55	24-45	16-40	15-35	12-30	11-22	12-16

# Компоненты, рецептура и свойства

**Если кривая рассева не вписывается в рекомендуемые пределы, производят корректировку содержания отдельных зерен, изменяя их количество в минеральной смеси.**

При расчете количества минерального порошка необходимо вносить поправку на содержание в минеральной смеси пыли от песка и щебня.

Далее, руководствуясь численными значениями фазового состава асфальтового вяжущего вещества (Б/МП) и его количества (Б+МП) для соответствующего типа литой смеси, вводят дозу битума (полимербитума или другого битумного вяжущего) и определяют показатели свойств.

Основными показателями свойств образцов литой смеси и асфальтобетона, на заданные значения которых подбирают состав, являются для типов:

- I и V - подвижность, глубина вдавливания штампа и водонасыщение;
- II - подвижность, прочность при сжатии при +50 °С и глубина вдавливания штампа;
- III - подвижность и водонасыщение;
- IV - водонасыщение и прочность при сжатии при +50 °С.

# Компоненты, рецептура и свойства

Факультативно определяются прочность на растяжение при изгибе и модуль упругости при 0 °С, а также коэффициент трещиностойкости, как отношение величин указанных показателей.

При полном соответствии свойств смеси и асфальтобетона требуемым (табл.), подбор считается успешно выполненным.

Таблица – Физико-механические свойства литого асфальтобетона

№ п/п	Показатели свойств	Нормы по типам				
		I	II	III	IV	V
1.	Пористость минерального остова, об.%, не более	20	20	22	22	22
2.	Водонасыщение, об.%, не более	0,5	1,0	1,0	2	0,5
3.	Подвижность смеси при 200 °С, мм, не менее	30	25	25	-	30
4.	Глубина вдавливания штампа при +40 °С, мм, не более	6	4	-	-	10

# Компоненты, рецептура и свойства

Продолжение таблицы

5.	Прочность при сжатии при +50 °С, МПа, не ниже	-	1,0	-	0,7	-
6.	Прочность на растяжение при изгибе при 0 °С, МПа, не менее (факультативно)	6,5	6,0	5,5	-	-
7.	Модуль упругости при 0 °С, МПа, не более (факультативно)	8000	9000	7000	-	-
8.	Коэффициент трещиностойкости, $R/E \cdot 10^{-3}$ , не менее (факультативно)	0,8	0,6	0,8	-	-