

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Л.И. САМОЙЛОВА

# СПРАВОЧНИК ПО ДОРОЖНО – СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Методические указания  
к курсовому и дипломному проектированию



Владимир 2015

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

C17

Рецензенты:

Кандидат технических наук зам. главного инженера,  
начальник дорожно-мостового отдела Проектного института

«Владимиравтодорпроект»

*А. А. Лебедев*

Кандидат технических наук, доцент

декан автомобильно-дорожного факультета

Института транспорта и транспортных технологий

Ивановского государственного политехнического университета

*В. В. Кузьмин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Самойлова, Л. И.**

C17

Справочник по дорожно-строительным материалам :  
Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию ;  
Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир :  
Изд-во ВлГУ, 2015. – 50 с. – ISBN 978-5-9984-0475-7.

Приведены сведения по классификации, основным свойствам и области применения важнейших материалов, используемых при строительстве дорог и аэродромов, технические требования к этим материалам.

Предназначены для очной, заочной форм обучения бакалавров по направлению 270800 – Строительство профиль "Автомобильные дороги", специалитета направления 271502 – Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое покрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей при выполнении курсовых, дипломного проектов по дисциплине "Технология и организация строительства автомобильных дорог", при изучении дисциплин "Строительные материалы" и "Дорожные материалы". Могут быть также использованы широким кругом инженерно-технических работников и специалистов дорожного хозяйства, занимающихся контролем качества строительства автомобильных дорог.

Табл. 37. Ил. 1. Библиогр.: 33 назв.

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

ISBN 978-5-9984-0475-7

© ВлГУ, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Дорожно-строительные работы должны быть выполнены с высоким качеством при снижении их стоимости. Поиск новых вяжущих, позволяющих снизить расход битума и цемента, а также материалов, заменяющих традиционные каменные материалы, является одной из проблем дорожного строительства.

Качество местных материалов, как правило, ниже требований стандартов, и их использование в конструкции дорожных одежд вызывает необходимость принятия ряда мер для улучшения их физико-механических свойств и повышения качества.

Использование новых материалов, совершенствование технологии строительства и содержания дорог потребовали выпуска новых нормативно-технических документов на материалы. В методических указаниях отражены действующие *ГОСТы* и сведения о дорожно-строительных материалах.

К материалам и изделиям, используемым в слоях дорожной одежды автомобильных дорог относят грунты, укрепленные вяжущими, щебень и гравий, каменные материалы, обработанные вяжущими, асфальтобетонные и цементобетонные смеси, сборные железобетонные плиты.

В курсовых и дипломном проектах при конструировании дорожной одежды выбирают дорожно-строительные материалы в

зависимости от технической категории дороги и дорожно-климатической зоны строительства, учитывая их наличие в данном регионе. В выборе того или иного вида строительного материала помогут методические указания.

При выполнении курсовых и дипломного проектов по дисциплине “Технология и организация строительства автомобильных дорог” разрабатывают технологические карты на строительство дорожной одежды. В состав технологической карты входит разработка раздела “*Материально-технические ресурсы*”. В этом разделе отражают требования по входному контролю качества для материалов дорожной одежды: гранулометрический состав, показатели физико-механических характеристик.

В методических указаниях собраны и обобщены *требования к дорожно-строительным материалам* по ГОСТ на стадии входного и операционного контроля качества строительства автомобильной дороги.

Во *входном контроле качества* предъявляют требования по физико-механическим показателям к исходному материалу, которое вывозится для приготовления и укладки материала на дороге, требования к полуфабрикату и изделию, изготавливаемому на заводе.

При *операционном контроле качества* предъявляют требования по физико-механическим свойствам к готовому материалу, уложенному и уплотненному в слое дорожной одежды автомобильной дороги.

# ДОРОЖНО – СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## 1. Грунты.

Согласно ГОСТ 25100, под термином «грунт» следует понимать *горные породы, почвы, а также техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.*

Грунты могут служить как:

- материал, укрепленный вяжущими, в основании дорожной одежды автомобильной дороги;
- среда для размещения в них искусственных сооружений (труб, мостов);
- материал для возведения земляного полотна автомобильной дороги.

Ниже приведены классификации грунтов.

*По характеру структурных связей* выделяют два класса грунтов:

- *скальные* с жесткими структурными связями между минералами или зернами слагающих их горных пород, залегающих в виде сплошного или трещиноватого массива;
- *нескальные* без жестких структурных связей между слагающими их частицами горных пород.

### *Классификация скальных грунтов*

По пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, по степени водопроницаемости (коэффициенту фильтрации) и плотности скелета скальные грунты подразделяют согласно табл. 1.

Скальные грунты высокой трудности разработки при использовании в дорожном строительстве требуют проведения буровзрывных работ. Ограничений по применению практически не

имеют. Максимальный размер фракции скального грунта не должен превышать 2/3 толщины устраиваемого слоя. Уплотнение скальных грунтов с пределом прочности на сжатие более 5 МПа осуществляют кулачковыми катками.

Таблица 1

### СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ

Разновидность грунта	Прочности на сжатие $R_b$ , МПа	Коэффициент фильтрации, $K_f$ , м/сут	Плотность сухого грунта, $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup>
Очень прочный	Более 120		
Прочный	50 - 120		
Средней прочности	15 - 50		
Малопрочный	5 - 15	-	-
Пониженной прочности	3 - 5		
Низкой прочности	1 - 3		
Очень низкой прочности	Менее 1		
Неводопроницаемый		Менее 0,005	
Слабопроницаемый		0,005 - 0,30	
Водопроницаемый	-	0,30 - 3,0	-
Сильноводопроницаемый		3,0 - 30	
Очень сильноводопроницаемый		Более 30	
Очень плотный			Более 2,5
Плотный	-	-	2,1 - 2,2
Средней плотности			1,2 - 2,1
Низкой плотности			Менее 1,2

### *Классификация нескальных грунтов*

По гранулометрическому составу *крупнообломочные грунты и пески*, по числу пластичности *глинистые грунты* подразделяют на типы согласно табл. 2.

Таблица 2

## НЕСКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ

Тип грунта	Размер частиц, мм	Содержание частиц, %	Число пластичности	Модуль крупности
<b>Крупнообломочный:</b> валунный (окатанный) галечниковый, щебенистый гравийный (окатанный)	> 200 > 10 > 2	> 50 > 50 > 50	-	-
<b>Песок:</b> гравелистый крупный средний мелкий пылеватый	> 2 > 0,5 > 0,25 > 0,1 > 0,1	> 25 > 50 > 50 > 75 < 75	-	3 – 3,5 2,5 – 3 2 – 2,5 1,5 – 2 < 1,5
<b>Супесь:</b> легкая пылеватая тяжелая пылеватая	0,05 – 2 0,05 – 2 0,05 – 2	> 50 20 – 50 < 20	1 – 7	-
<b>Суглинок:</b> легкий легкий пылеватый тяжелый тяжелый пылеватый	0,05 – 2 0,05 – 2 0,05 – 2 0,05 – 2	> 40 < 40 > 40 < 40	7 – 12 7 – 12 12 – 17 12 – 17	-
<b>Глина:</b> песчанистая пылеватая тяжелая (жирная)	0,05 – 2 0,05 – 2 -	> 40 < 40 -	17 – 27 17 – 27 > 27	-

В зависимости от размеров *частиц* нескальные грунты подразделяют на гранулометрические элементы (фракции):

- более 200 мм валуны (окатанные) или глыбы;
- 10 – 200 мм галька (окатанная) или щебень;
- 2 – 10 мм гравий (окатанный) или дресва;
- 0,05 – 2 мм песчаные частицы;

- 0,05 – 0,002 мм пылеватые частицы;
- менее 0,002 мм глинистые частицы.

По показателю *текучести*  $I_L$  (*консистенции*) глинистые грунты подразделяют на:

### **Супесь**

- твердая  $I_L < 0$
- пластичная  $0 < I_L < 1$
- текучая  $I_L > 1$

### **Суглинок и глину**

- твердые  $I_L < 0$
- полутвердые  $0 < I_L < 0,25$
- тугопластичные  $0,25 < I_L < 0,5$
- мягкопластичные  $0,5 < I_L < 0,75$
- текучепластичные  $0,75 < I_L < 1$
- текучие  $I_L > 1$

Показатель текучести рассчитывают по формуле:

$$I_L = (W - W_p) / I_p,$$

где  $W$ ,  $W_p$  – влажность грунта естественная, на границе раскатывания, %;  $I_p$  – число пластичности, %.

Число пластичности определяют по формуле:

$$I_p = (W_L - W_p),$$

где  $W_L$  – влажность на границе текучести, %.

Глинистые грунты с показателем текучести  $I_L$  (*консистенции*) более 0,5 относят к слабым грунтам с соответствующими рекомендациями по их применению.

Разновидности нескальных грунтов по степени засоления, набухания, просадочности приведены в табл. 3 и определяют пригодность этих грунтов для дорожного строительства. Слабозасоленные и средnezасоленные грунты пригодны для применения, сильнозасоленные – только при проведении дополнительных мероприятий, избыточно засоленные не рекомендуют к применению.

К физико-механическим свойствам грунта относят: гранулометрический состав, число пластичности, природную



влажность, влажность на границе раскатывания, влажность на границе текучести, максимальную плотность и оптимальная влажность, определенные методом стандартного уплотнения по ГОСТ 22733, модуль упругости, угол внутреннего трения, сцепление, коэффициент фильтрации.

Таблица 3

### РАЗНОВИДНОСТЬ НЕСКАЛЬНЫХ ГРУНТОВ

Разновидность грунта	Содержание солей, % массы грунта	Относительное набухание, % увлажнения	Относительная просадка, % промачивания
Слабозасоленные	$\frac{0,3 - 1}{0,5 - 2}$		
Среднезасоленные	$\frac{1 - 5}{2 - 5}$	-	-
Сильнозасоленные	$\frac{5 - 8}{5 - 10}$		
Избыточно засоленные	$\frac{\geq 8}{> 10}$		
Ненабухающие		< 2	
Слабонабухающие	-	2 – 4	-
Средненабухающие		5 – 10	
Сильнонабухающие		> 10	
Непросадочные			< 2
Слабопросадочные	-	-	2 – 7
Просадочные			8 – 12
Сильнопросадочные			> 12

*Примечание.* В числителе даны значения для I – III дорожно-климатической зоны.

В табл. 4 приведены ориентировочные физико-механические свойства грунта.

Одной из важнейших характеристик, определяющих пригодность грунта для дорожного строительства, является степень

*пучинистости*. По относительной деформации морозного пучения грунты подразделяют согласно табл. 4.

Таблица 4

## ФИЗИКО – МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТА

Вид грунта	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Влажность, %		Максимальная плотность, г/см <sup>3</sup>	Модуль упругости, МПа	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа	Коэффициент фильтрации, м/сут	Пучинистость	
		граница текучести	оптимальная						Группа	Морозное пучение %
<b>Песок:</b>										
крупный	2,65	0	< 8	> 1,8	130	43	0	> 50	I	< 1
средний	2,66	0	< 8	> 1,8	120	40	0	20 – 50	I	< 1
мелкий	2,66	< 15	8 – 12	> 1,8	110	38	0,002	1 – 20	II	1 – 4
пылеватый	2,68	< 15	8 – 12	> 1,8	50	36	0,004	< 1	IV	7 – 10
<b>Супесь:</b>										
легкая	2,67	< 20	9 – 15	1,9	50	32	0,012	0,1 – 1,0	III	4 – 7
пылеватая	2,68	16 – 26	12 – 17	1,7	45	26	0,015	< 0,0001	IV	7 – 10
тяжелая										
пылеватая	2,70	16 – 26	12 – 17	1,7	40	30	0,020	< 0,0001	V	> 10
<b>Суглинок:</b>										
легкий	2,70	27 – 38	14 – 20	1,8	60	24	0,032	< 0,1	III	4 – 7
легкий										
пылеватый	2,67	27 – 38	14 – 20	1,6	50	22	0,036	< 0,0001	V	> 10
тяжелый	2,71	38 – 48	16 – 23	1,6	40	22	0,040	< 0,0001	III	4 – 7
тяжелый										
пылеватый	2,72	38 – 48	16 – 23	1,5	40	20	0,040	< 0,0001	IV	7 – 10
<b>Глина:</b>										
песчанистая	2,71	48 – 75	23 – 30	< 1,5	50	24	0,060	< 0,00001	III	4 – 7
пылеватая	2,73	48 – 75	23 – 30	< 1,5	40	18	0,045	< 0,00001	III	4 – 7

тяжелая	2,74	> 60	> 30	< 1,5	30	15	0,040	< 0,000001	III	4 – 7
---------	------	------	------	-------	----	----	-------	------------	-----	-------

Для возведения земляного полотна автомобильной дороги грунты 1 – 2-й степени пучинистости пригодны в насыпь без ограничения. Остальные грунты пригодны при условии выполнения дополнительных мероприятий. При использовании в земляном полотне грунтов 3 – 5-й степени пучинистости необходимо устройство в верхней части рабочего слоя песчано-подстилающего слоя из дренирующего песка с коэффициентом фильтрации  $K_f > 1$  м/сут толщиной 0,2 – 1,0 м.

Требования, предъявляемые к грунту, зависят от области его применения и вида вяжущего. При укреплении портландцементом или шлакопортландцементом грунт должен иметь число пластичности до 12, при укреплении известью – от 5 до 22.

При укреплении органическим вяжущим пригодны грунты с числом пластичности менее 15.

Рекомендуют применять нейтральные грунты с водородным показателем  $5 < pH < 7$ , с содержанием легкорастворимых солей или гумусированных частиц менее 4 %.

Связные грунты с числом пластичности более 7 перед перемешиванием с вяжущим тщательно измельчают при природной влажности грунта  $W = (0,3 - 0,4) W_L$ . Содержание кусков размером более 5 мм должно быть менее 25 %, а размером более 10 мм – менее 10 %.

Грунт земляного полотна в насыпи должен быть уплотнен до коэффициента уплотнения не менее значений, приведенных в табл. 5 для рабочего слоя на глубину до 1,5 м, согласно СП 34.13330.

Таблица 5

### КОЭФФИЦИЕНТ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

Тип покрытия	Дорожно-климатическая зона		
	I	II, III	IV, V
Капитальный	0,98 – 0,96	1,0 – 0,98	0,98 – 0,95
Облегченный и переходный	0,95 – 0,93	0,98 – 0,95	0,95

*Примечание.* Большие значения принимать при цементобетонных покрытиях и основаниях, а также при облегченном типе покрытия.

Грунты, укрепленные вяжущими уплотняют до коэффициента уплотнения не менее 0,98. Уплотнение грунтов земляного полотна и укрепленных вяжущими производят при влажности, близкой к оптимальной, определенной по ГОСТ 22733. Допустимая влажность приведена в табл. 6.

Таблица 6

### ДОПУСТИМАЯ ВЛАЖНОСТЬ ГРУНТОВ ПРИ УПЛОТНЕНИИ

Грунты	Влажность в долях от оптимальной $W_0$ при коэффициенте уплотнения грунта		
	> 1,0	0,98 – 1,0	0,95 – 0,98
Песок	< 1,3	< 1,35	< 1,6
Супесь легкая	0,8 - 1,2	0,8 - 1,25	0,75 - 1,35
Супесь тяжелая пылеватая, суглинки легкие пылеватые	0,9 - 1,1	0,85 - 1,15	0,8 - 1,3
Суглинки тяжелые пылеватые, глины	0,97 - 1,0	0,95 - 1,05	0,9 - 1,2

Грунты с влажностью выше допустимой отнесены к разновидности грунта повышенной влажности и переувлажненным грунтам, применение которых требует проведение специальных мероприятий по снижению влажности грунта.

## 2. Грунты, укрепленные вяжущими.

Грунты, укрепленные вяжущими применяют для устройства оснований дорожных одежд под усовершенствованные капитальные и облегченные типы покрытия, а также для устройства переходных и низших типов покрытий.

В качестве *неорганического вяжущего* используют: портландцемент, шлакопортландцемент, негашеную и гашеную

известь, металлургический шлак, золу и шлак тепловых электростанций.

*Органические вяжущие*, применяемые для укрепления грунтов – жидкие битумы, анионная медленно распадающаяся битумная эмульсия класса ЭБА-3, вводимые в 3 приема: 50 %, 30 % и 20 %.

Расход вяжущего в % от массы грунта приведен в табл. 7 в зависимости от вида грунта и вяжущего.

*Комплексное вяжущее* состоит из основного и добавки. Добавку вводят с целью удлинить строительный сезон, повысить прочность и морозоустойчивость материала, производство работ в переувлажненных грунтах, уменьшить расход основного вяжущего и т.д.

*Основным* может быть неорганическое или органическое вяжущее в количестве, принятом по табл. 7, уменьшив на 1 – 2 %. В качестве *добавки* используют поверхностно-активные и кремнийорганические вещества в количестве 0,1 – 0,5 % от массы или неорганическое (органическое) вяжущее в количестве 1 – 3 % от массы грунта.

Таблица 7

### ГРУНТЫ, УКРЕПЛЕННЫЕ ВЯЖУЩИМИ

Вид вяжущего	Вид грунта	Наименование вяжущего	Количество вяжущего, % массы
Неорганическое	Песок	Цемент М400	4 – 6
	Супеси	Цемент М400, известь	6 – 8
	Суглинки	Известь	8 – 10
	Глины $I < 22$	То же	10 – 14
	Грунт	Шлак, зола уноса	10 – 20
Органическое	Песок	Битум СГ 40/70, 70/130	3 – 5
	Супеси	То же	4 – 7
	Суглинки $I < 15$	« - «	6 – 7
	Грунт	Битумная эмульсия ЭБА-3	7 – 12

Приготовление смеси грунта с вяжущим осуществляют способом *смешения на дороге* фрезой, ресайклером или смешением на заводе в *установке* марки ДС-50 производительностью 200 т/ч с использованием мешалки принудительного действия.

По физико-механическим свойствам грунты, укрепленные неорганическим (комплексным) вяжущим, по ГОСТ 23558 подразделяют на 3 класса прочности, а укрепленные органическим вяжущим – на 2 класса. Свойства грунта, укрепленного вяжущим, и ориентировочная область применения приведены в табл. 8.

Таблица 8

### ОСНОВАНИЯ ИЗ УКРЕПЛЕННОГО ГРУНТА

Вид вяжущего	Класс	Прочность, МПа, на			Коэффициент	
		сжатие при		растяжение при изгибе	водостойкости	морозостойкости
		20 °С	50 °С			
Неорганическое	1	2,0	-	0,4	-	0,75
	2	4,0	-	0,8	-	0,80
	3	6,0	-	1,2	-	0,85
Органическое	1	1,2	0,5	-	0,55	-
	2	1,6	0,8	-	0,75	-
Комплексное	1	1,4	0,5	0,3	0,60	0,80
	2	1,5	0,7	0,4	0,70	0,85
	3	1,8	0,9	0,5	0,80	0,90

*Примечания:*

1. Показатели относят к образцам, укрепленным цементом в возрасте 28 сут, известью, шлаком – в возрасте 90 сут.;
2. Прочность в промежуточные сроки (7 сут) должна быть не менее (0,5 – 0,7) от значения проектной прочности.
3. В комплексном вяжущем в качестве основного взято органическое.

### 3. Неорганические вяжущие материалы.

Неорганические (минеральные) вяжущие материалы представляют собой порошкообразные вещества, которые при



перемешивании с водой образуют пластичную смесь, постепенно твердеющую и образующую камневидное тело.

Нормативным документом, регламентирующим применение *цемента*, является ГОСТ 10178. Предел прочности цемента в возрасте 28 сут. при испытании на изгиб и сжатие должен быть не менее значений, указанных в табл. 9.

Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 2 ч, а конец – не позднее 10 ч от момента затворения водой. Тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании пробы цемента сквозь сито 0,08 мм проходило не менее 85 % частиц. Содержание ангидрида серной кислоты (SO<sub>3</sub>) в цементе допускается не более 3,5 %, окиси магния (MgO) – не более 5 %.

Таблица 9

### ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТА

Наименование цемента	Марка	Предел прочности, МПа, на	
		сжатие	растяжение при изгибе
Портландцемент, Шлакопортландцемент	300	29,4	4,4
	400	39,2	5,4
	500	49,0	5,9

Воздушная *известь* (негашеная и гашеная) по ГОСТ 9179 выпускается двух сортов и должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 10. Тонкость помола извести должна быть такой, чтобы при просеивании пробы извести остаток частиц на сите 0,63 мм составлял не более 2 %, а на сите 0,08 мм – не более 10 % по массе.

Таблица 10

### ТРЕБОВАНИЕ ДЛЯ ИЗВЕСТИ

Известь	Сорт	Содержание CaO и MgO, %
Негашеная	1	64 – 85

	2	52 – 70
Гашеная	1	50 – 67
	2	40 – 55

*Примечание.* Меньшие значения принимать для извести с добавками.

*Металлургические шлаки, золы и шлаки тепловых электростанций должны соответствовать ГОСТ 3344.*

Устойчивость структуры шлаков характеризуют потерей массы при испытании, которая не должна превышать 3 %. Активность шлаков характеризуют прочностью на сжатие образцов, изготовленных из молотого шлака: для высокоактивного – свыше 5 МПа, для активного – 2,5 – 5 МПа.

Тонкость помола шлаков должна быть такой, чтобы при просеивании пробы шлаков остаток частиц на сите 0,08 мм составлял не более 15 %. Содержание ангидрида серной кислоты (SO<sub>3</sub>) в шлаках допускается не более 3 – 6 %, окиси марганца (MnO) – не более 2 - 4 % по массе. Потери при прокаливании должны составить не более 5 %.

#### **4. Органические вяжущие материалы.**

Жидкие битумы готовят разжижением вязких битумов жидкими нефтяными продуктами установленного фракционного состава и добавлением ПАВ: катионактивных, анионактивных и двойного действия.

*Жидкие нефтяные дорожные битумы* делят на два класса в зависимости от скорости формирования их структуры: СГ - густеющие со средней скоростью, МГ - медленногустеющие.

В зависимости от условной вязкости жидкие битумы по ГОСТ 11955 имеют марки: СГ 40/70, СГ 70/130, СГ 130/200, МГ 40/70, МГ 70/130, МГ 130/200.

Свойства *жидких нефтяных дорожных битумов* должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 12.

Вязкие нефтяные дорожные битумы изготавливают окислением продуктов прямой перегонки нефти и селективного разделения

нефтепродуктов, а также компаундированием указанных окисленных и неокисленных продуктов или получают в виде остатка прямой перегонки нефти.

Таблица 12

### ТРЕБОВАНИЯ К ЖИДКИМ БИТУМАМ

Показатель	СГ 40/70	СГ 70/130	МГ 40/70	МГ 70/130
Дорожно-климатическая зона	II - III	IV	II - III	IV
Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60 °С, с	40 - 70	71 - 130	40 - 70	71 - 130
Количество испарившегося разжижителя не менее, %	10	8	8	7
Температура размягчения после определения разжижителя не менее, °С	37	39	28	29
Температура вспышки не менее, °С	45	50	100	110

В зависимости от глубины проникания иглы при 25 °С *вязкие дорожные нефтяные битумы* по ГОСТ 22245 имеют марки: БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300.

По физико-химическим показателям *вязкие нефтяные дорожные битумы* должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 13.

*Дорожная битумная эмульсия* – двухфазная система, образованная двумя несмешивающимися жидкостями (битумом и водой), устойчивость которой обеспечивается поверхностно-активным веществом (эмульгатором), добавляемым в малых количествах по сравнению с битумом и водой.

Битумные эмульсии согласно ГОСТ Р 52128 в зависимости от типа эмульгатора могут быть *прямыми* (битум в воде) при содержании битума в них 40 – 70 % и *обратными* (вода в битуме). В обратных эмульсиях содержание битума с эмульгатором должно быть 70 – 80 %.

Прямые эмульсии по виду ПАВ подразделяют на *анионные* ЭБА и *катионные* ЭБК. По устойчивости при перемешивании с минеральным материалом и по скорости распада прямые эмульсии подразделяют на три класса: ЭБА(К)-1 (быстро распадающаяся), ЭБА(К)-2 (средне распадающаяся), ЭБА(К)-3 (медленно распадающаяся).

Таблица 13

### ТРЕБОВАНИЯ К ВЯЗКИМ БИТУМАМ

Показатель	БНД 40/60	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200	БНД 200/300
Дорожно-климатическая зона	IV	III	II	I	I
Глубина проникания иглы, 01 мм: при 25 °С	40 - 60	61 - 90	91 - 130	131 - 200	201 - 300
не менее при 0 °С	13	20	28	35	45
Температура размягчения по кольцу и шару не менее, °С	51	47	43	40	35
Растяжимость не менее, см: при 25 °С	45	55	65	70	-
при 0 °С	-	3,5	4,0	6	20
Температура хрупкости не более, °С	- 12	- 15	- 17	- 18	- 20
Температура вспышки не менее, °С	230	230	230	220	220
Изменение температуры размягчения после прогрева не более, °С	5	5	5	6	7
Содержание водорастворимых соединений не более, %	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2

Свойства битумной дорожной эмульсии должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 14.

При испытании на сцепление вяжущего со щебнем при использовании ЭБА-1(2), ЭБК-3 не менее 75 % площади поверхности щебня должно быть покрыто вяжущим, при ЭБА-3 - не менее 95 % площади.

Расход быстро распадающейся битумной эмульсии марки ЭБА-1 или ЭБК-1 для подгрунтовки и ухода за слоем приведен в табл. 15.

Подгрунтовку основания, устроенного с применением органических вяжущих, можно уменьшить до 0,3 л/м<sup>2</sup> или исключить, если интервал времени между его устройством и укладкой нижнего слоя покрытия составляет не более 2 сут и отсутствовало движение построечного транспорта.

Таблица 14

### ТРЕБОВАНИЯ К БИТУМНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Наименование показателя	Класс эмульсии					
	ЭБА-1	ЭБА-2	ЭБА-3	ЭБК-1	ЭБК-2	ЭБК-3
При перемешивании:						
плотная смесь	Распад	Распад	Смешать	Распад	Распад	Смешать
пористая смесь	Распад	Смешать	Смешать	Распад	Смешать	Смешать
Концентрация битума, %	40 - 55	50 - 55	50 - 55	50 - 70	50 - 60	55 - 60
Условная вязкость 20°С, с	8 - 15	10 - 15	10 - 15	10 - 65	10 - 25	15 - 25
Сцепление с щебнем, балл	4	4	3	5	5	4
Остаток на сите 0,14, %	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25
через 7 сут	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3
через 30 сут	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Скорость распада, мин.	< 5	5 - 10	> 10	< 5	5 - 10	> 10
Глубина проникания иглы не менее, 0,1мм:						
при 25 °С	60	90	90	60	90	90
при 0 °С	20	28	28	20	28	28
Температура размягчения по кольцу и шару не менее, °С	47	43	43	47	43	43
Растяжимость не менее, см:						
при 25 °С	55	65	65	55	65	65
при 0 °С	3,5	4	4	3,5	4,0	4,0

Таблица 15

### РАСХОД БИТУМНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Наименование технологии	Вид основания	Вид битумной эмульсии	Количество вяжущего
Подгрунтовка	Асфальтобетон, черный щебень	ЭБА-1	0,3 л/м <sup>2</sup>
	Щебень М400 – М800, тощий бетон	ЭБА-1	0,9 л/м <sup>2</sup>
	Щебень св. М1000	ЭБК-1	0,9 л/м <sup>2</sup>
Уход	Цементобетон, грунт и щебень, обработанный цементом	ЭБА-1	0,4 л/м <sup>2</sup>

## 5. Щебень и гравий.

Щебеночные и гравийные основания устраивают при наличии щебня и гравия как местных материалов для дорожной одежды под усовершенствованные капитальные и облегченные типы покрытия, а также при стадийном строительстве для устройства покрытий переходного типа.

Работы по устройству щебеночных слоев производят *способом оптимальных (плотных) смесей или способом заклинки*.

При устройстве слоя по *способу оптимальных (плотных) смесей* применяют смесь фракций 5 – 70 мм для устройства нижних слоев дорожной одежды, 5 – 40 мм для устройства верхних слоев.

По *способу заклинки* в качестве основного материала используют щебень фракции 40 – 70 мм в нижних слоях дорожной одежды, 20 – 40 мм в верхних слоях. Количество расклинивающих фракций при использовании щебня в основании дорожной одежды допускается применять две: смесь фракций 5 – 20 и 20 – 40 мм.

При использовании щебня осадочных пород марки по прочности 600 и менее расклинивающую фракцию применяют одну 10 – 20 мм или без использования расклинивающего материала.

При устройстве покрытия дорожной одежды в качестве расклинивающего материала применяют щебень фракции 5 – 10, 10 – 20 и 20 – 40 мм. Прочность расклинивающего материала может быть на марку ниже прочности основного. Для расклинки допускается применять асфальтобетонные смеси, щебеночно-песчаные смеси С5, С6, С10, С11 по ГОСТ 25607 или табл. 18, а также мелкозернистые щебеночно-песчаные смеси, обработанные цементом.

Гравийные слои устраивают только методом оптимальных смесей. Минимальную толщину слоя щебня, устраиваемого на каменном основании, назначают 8 см, на песчаном основании – 15 см. Назначение максимальной толщины слоя щебня  $H_{\max}$  зависит от выбранного типа катка: гладковальцовые статические катки массой 13 т -  $H_{\max} = 15$  см; пневмокотки массой 25 т -  $H_{\max} = 20$  см; виброкатки массой 10 т -  $H_{\max} = 25$  см.

Соотношение толщины слоя  $H_{\text{щ}}$  и максимального размера щебня  $D_{\max}$ :

$$H_{\text{щ}} = (1,5 - 3) D_{\max},$$

где 1,5 – для малопрочного щебня марки М400, 3 – для высокопрочного щебня марки М1200 и выше.

Щебень получают дроблением горных пород: *изверженных, метаморфических и осадочных*, гравия, отходов горнообогатительных предприятий и последующим рассевом продуктов дробления. Гравий получают рассевом природных песчано-гравийных смесей.

Щебень должен соответствовать требованиям ГОСТ 8267 по зерновому составу, прочности, истираемости, морозостойкости, содержанию пылевидных и глинистых частиц, зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, содержанию дробленых зерен в щебне из гравия. ГОСТ 8736 распространяется на применение песка природного, дробленого и из отсеков дробления горных пород. Область применения и требования к щебню приведены в табл. 16.

Таблица 16

### ЩЕБЕНОЧНЫЕ ОСНОВАНИЯ

Категория дороги	Марка			Дорожно- климатическая зона
	Дробимости	Истираемости	Морозостойкости	
1	1000	И 1	15	IV
			25	III
			50	II

			75	I
2	800	И 2	25	III
			50	II
			75	I
			15	III
3	600	И 3	25	II
			50	I
			25	II - III
4	400	И 4	50	I

Щебень по зерновому составу разделяют на фракции 5 - 10, 10 - 20, 20 - 40, 40 - 70 мм. По согласованию с потребителем выпускают щебень и гравий смеси фракций 5 - 20, 10 - 40, 20 - 70 мм.

Зерновой состав фракционированного каменного материала приведен в табл. 17 ( $d$  – минимальный,  $D$  – максимальный размер фракции).

Таблица 17

### ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ ЩЕБНЯ (ГРАВИЯ)

Размер фракций, мм	$d$	$0,5 (d + D)$	$D$	$1,25 D$
Полный остаток на сите, % массы	90 - 100	30 - 60	< 10	< 0,5

Зерновые составы оптимальных щебеночно-песчаных (песчано-гравийных) смесей представлены в табл. 18 согласно ГОСТ 25607.

Таблица 18

### ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ

Номер смеси	МАХ фракция	Полный остаток, % по массе, на ситах размером, мм									
		120	80	40	20	10	5	2,5	0,63	0,16	0,05
Смеси для покрытий											
С1	40	-	-	0-10	20-40	35-60	45-70	55-80	70-90	75-92	80-93
С2	20	-	-	-	0-10	10-35	25-50	35-65	55-80	65-90	75-92
Смеси для оснований (непрерывная гранулометрия)											
С3	120	0-10	10-30	30-50	40-65	54-75	65-85	71-90	82-95	90-98	95-100



Номер смеси	МАХ фракция	Полный остаток, % по массе, на ситах размером, мм									
		120	80	40	20	10	5	2,5	0,63	0,16	0,05
C4	80	-	0-10	15-35	28-55	40-70	50-80	60-85	80-95	91-97	95-100
C5	40	-	-	0-10	25-60	45-80	57-85	67-88	80-95	90-97	95-100
C6	20	-	-	-	0-10	25-60	50-77	58-85	80-95	90-97	95-100
C7	10	-	-	-	0-5	0-37	30-60	50-77	75-95	85-97	90-100
C8	5	-	-	-	-	0-5	0-40	20-55	55-87	75-98	80-100
Смеси для оснований (прерывистая гранулометрия)											
C9	80	-	0-10	15-35	28-55	40-70	50-80	50-80	60-88	85-97	95-100
C10	40	-	-	0-10	25-60	45-80	57-85	57-85	71-91	87-97	95-100
C11	20	-	-	-	0-10	25-60	50-77	50-77	70-88	85-97	95-100

*Прочность* щебня и гравия характеризуют маркой, определяемой по *дробимости* щебня (гравия) при сжатии (раздавливании) в цилиндре и должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 19.

Таблица 19

### МАРКА ПО ДРОБИМОСТИ

Марка щебня	Потеря массы при испытании щебня из горных пород, %				Марка гравия
	изверженных	осадочных в водонасыщенном состоянии	из гравия	гравия	
1400	< 9	-	-	-	-
1200	9 – 11	< 11	-	-	-
1000	11 – 13	11 – 13	< 10	< 8	Др 8
800	13 – 15	13 – 15	10 – 14	8 – 12	Др 12
600	15 – 20	15 – 20	14 – 18	12 – 16	Др 16
400	-	20 – 28	18 – 26	16 – 24	Др 24

Щебень и гравий, предназначенные для строительства автомобильных дорог, характеризуют маркой по *истираемости* в полочном барабане и должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 20.

Таблица 20

## МАРКА ПО ИСТИРАЕМОСТИ

Марка	Потеря массы при испытании, %	
	щебня	гравия
И 1	< 25	< 20
И 2	25 – 35	20 – 30
И 3	35 – 45	30 – 40
И 4	45 – 60	40 – 50

*Морозостойкость* щебня и гравия характеризуют числом циклов попеременного замораживания и оттаивания, при котором потери в процентах по массе щебня не превышают установленных значений, указанных в табл. 21 и снижение прочности на сжатие не более чем на 25 % от нормируемой прочности.

Таблица 21

## МАРКА ПО МОРОЗОСТОЙКОСТИ

Вид испытания	Марка по морозостойкости							
	<i>F</i> 15	<i>F</i> 25	<i>F</i> 50	<i>F</i> 100	<i>F</i> 150	<i>F</i> 200	<i>F</i> 300	<i>F</i> 400
Число циклов	15	25	50	100	150	200	300	400
Потеря массы, %	10	10	5	5	5	5	5	5

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, зерен слабых пород, пылевато-глинистых частиц (размером менее 0,05 мм) в щебне и гравии в зависимости от марки по дробимости должно соответствовать указанному в табл. 22.

Таблица 22

## СОДЕРЖАНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ И СЛАБЫХ ЗЕРЕН

Марка по дробимости	Группа	Содержание зерен не более, % по массе		
		лещадных	слабых	пылевато-глинистых
1000 – 1400	1	10	5	1
800	2	15	10	1
600	3	25	10	2
400	4	35	15	3

Щебень из гравия должен содержать дробленые зерна в количестве не менее 80 % по массе. Содержание глины в комках не должно быть более 0,25 % по массе.

Щебень из осадочных пород марки 400 и щебень из гравия марки 600 и ниже характеризуют показателями пластичности и водостойкости (табл. 23).

Таблица 23

#### МАРКА ЩЕБНЯ ПО ПЛАСТИЧНОСТИ И ВОДОСТОЙКОСТИ

Вид горной породы	Марка по дробимости	Пластичность		Водостойкость	
		Марка	Число	Марка	Потеря массы, %
Изверженная	600	Пл1	1	B1	1
Из гравия	600	Пл2	1 - 5	B2	1 - 3
Осадочная	400	Пл3	5 - 7	B2	1 - 3

#### 6. Щебень, обработанный вяжущим.

Щебень, обработанный вяжущим, применяют в качестве основания и покрытия дорожных одежд.

Обработку щебня марки М400 ... М800 неорганическим вяжущим производят разными способами: смешением на дороге автогрейдером; смешением на заводе в установке с использованием мешалки принудительного действия («тощий» бетон марки М75, М100); методом пропитки влажной пескоцементной смесью щебня марки М600 и выше на глубину 5 – 15 см.

В качестве неорганического вяжущего используют: портландцемент, шлакопортландцемент, негашеную и гашеную известь, металлургический и топливный шлаки, золу уноса ТЭЦ.

При способе *смешения* применяют оптимальную (плотную) щебеночно-песчаную (песчано-гравийную) смесь фр. 0 – 40 мм: С1, С5, С10 по ГОСТ 25607 или табл. 18. При *смешении* на заводе в *установке*, чтобы исключить расслоение (сегрегацию) при выгрузке, транспортировке, укладке смеси применяют оптимальную (плотную) щебеночно-песчаную смесь фр. 0 – 20 мм: С2, С6, С11 по ГОСТ 25607 или табл. 18.

Для метода *пропитки* (втапливания) применяют щебень марки М600 и выше фракций 20 – 40 или 40 – 70 мм.

Расход вяжущего приведен в табл. 24 в зависимости от вида вяжущего и дорожно-климатической зоны (ДКЗ).

Таблица 24

### РАСХОД ВЯЖУЩЕГО

Наименование технологии	Вид вяжущего	Наименование вяжущего	Количество, % массы	ДКЗ
Смешение	Неорганическое	Цемент М400, известь	5 – 10	–
		Шлак, зола уноса	10 – 20	–
	Органическое	Битум СГ 40/70, МГ40/70	5 – 7	II–III
		Битум СГ70/130, МГ70/130	3 – 5	IV
		Эмульсия ЭБА-3	7 – 12	–
Пропитка	Неорганическое	Пескоцементная смесь	ГЭСН-2001 Сб.27	–
	Органическое	Битум БНД 130/200		I
		Битум БНД 90/130		II–III
		Битум БНД 60/90		IV
		Эмульсия ЭБА-2, ЭБК-2		–

Свойства щебеночно-песчаной смеси, обработанной неорганическим вяжущим и «тощего» бетона, приведены в табл. 25 согласно ГОСТ 23558.

## ЩПС, ОБРАБОТАННАЯ НЕОРГАНИЧЕСКИМ ВЯЖУЩИМ

Предел прочности, МПа, на		Марка по морозостойкости, $F$	Дорожно-климатическая зона
сжатие	растяжение при изгибе		
7,5 (М75)	1,0	50	IV
		75	II – III
		100	I
10 (М100)	2,0	25	IV
		100	II – III
		150	I

Показатели относят к образцам, укрепленным цементом в возрасте 28 сут, известью, шлаком – в возрасте 90 сут.

Прочность в промежуточные сроки (7 сут) должна быть не менее 0,7 - 0,5 от значения проектной прочности.

Обработку щебня марки М400 ... М800 *органическим вяжущим* производят разными способами: *смешением на дороге* автогрейдером; *смешением на заводе в установке* с использованием мешалки принудительного действия (*черный щебень*); *методом пропитки* щебня марки М600 и выше вязким битумом или битумной эмульсией класса ЭБА-2 или ЭБК-2.

Пропитка щебня вязким битумом или битумной эмульсией на глубину 8 – 10 см называется *глубокой пропиткой*, на глубину 4 – 6 см - *полупропиткой*.

При способе *смешения* на дороге используют органические вяжущие: *жидкие* битумы при температуре 80 °С, анионную медленно распадающуюся битумную эмульсию класса ЭБА-3, вводимые в 3 приема: 50 %, 30 % и 20 %.

При способе *смешения* применяют оптимальную (плотную) щебеночно-песчаную смесь фр. 0 – 40 мм: С1, С5, С10 по ГОСТ 25607 или табл. 18. При *смешении* на заводе *в установке*, чтобы исключить расслоение (сегрегацию) при выгрузке, транспортировке, укладке

смеси применяют оптимальную (плотную) щебеночно-песчаную смесь фр. 0 – 20 мм: С2, С6, С11 по ГОСТ 25607 или табл. 18.

Для метода пропитки и способа смешения в установке используют органические вяжущие: вязкие битумы при температуре 140 °С, анионную или катионную средне распадающуюся битумную эмульсию класса ЭБА-2 или ЭБК-2.

По методу пропитки технология аналогична способу заклинки. В качестве основного материала используют щебень марки М600 и выше фракции 20 – 40 мм. В качестве расклинивающего материала применяют щебень фракции 5 – 10, 10 – 20 мм при глубокой пропитке; щебень фракции 5 – 20 мм при полупропитке.

Расход и вид вяжущего принимать по табл. 24.

Свойства щебеночно-песчаной смеси, обработанной органическим вяжущим и комплексным методом смешения на дороге или в установке, приведены в табл. 26 согласно ГОСТ 30491.

Таблица 26

### ЩПС, ОБРАБОТАННАЯ ОРГАНИЧЕСКИМ И КОМПЛЕКСНЫМ ВЯЖУЩИМ

Вид вяжущего	Прочность на сжатие, МПа		Коэффициент водостойкости	Набухание, % объема	Водонасыщение, % объема
	при 20 °С	при 50 °С			
Органическое	1,2	0,5	0,55	2,5	4 - 9
	1,6	0,8	0,75	2,0	2 - 6
Комплексное	1,4	0,5	0,60	2,0	4 - 10
	1,5	0,7	0,7	2,0	4 - 6
	1,8	0,9	0,8	1,5	2 - 6

Примечание. В комплексном вяжущем в качестве основного взято органическое.

В комплексном вяжущем *основным* может быть неорганическое или органическое вяжущее в количестве, принятом по табл. 24, уменьшенное на 1 – 2 %. В качестве *добавки* используют поверхностно-активные и кремнийорганические вещества в количестве 0,1 – 0,5 % от массы или неорганическое (органическое) вяжущее в количестве 1 – 3 % от массы грунта.

*Черный щебень* приготавливают в асфальтосмесительной установке и укладывают слоем дорожной одежды в горячем или холодном состоянии способом *оптимальных (плотных) смесей* или способом *заклинки*.

При способе *оптимальных (плотных) смесей* для строительства нижних слоев дорожной одежды применяют смесь фракций черного щебня 5 - 40 мм, для верхних слоев – смесь фракций 5 - 20 мм.

При способе *заклинки* в качестве основного материала используют черный щебень фракции 20 – 40 мм в нижних слоях дорожной одежды, черный щебень фракции 10 – 20 мм в верхних слоях. В качестве расклинивающего материала применяют черный щебень фракции 5 – 10 и 10 – 20 мм или смесь фракций 5 – 20 мм.

Технические требования к слоям оснований и покрытий, устраиваемых из черного щебня и щебня, обработанного *методом пропитки* не предъявляют.

## **7. Асфальтобетонные слои**

Асфальтобетонные слои устраивают однослойными, двухслойными или трехслойными. Рекомендуется при устройстве верхнего слоя покрытия применять мелкозернистую смесь для плотного асфальтобетона. В нижние слои укладывать мелкозернистую или крупнозернистую смесь для пористого или высокопористого асфальтобетона.

Соотношение толщины слоя  $H_{a/б}$  и максимального размера щебня  $D_{max}$ :

$$H_{a/б} = (1,5 - 3) D_{max} ,$$

где 1,5 – при щебне марки М400; 3 - при щебне марки М1000 и более.

Перед укладкой смеси не позднее чем за 1 - 6 ч необходимо произвести подгрунтовку основания дорожной одежды путем розлива быстро распадающейся битумной эмульсии марки ЭБА-1 или ЭБК-1.

Тип и расход битумной эмульсии для подгрунтовки основания приведен в табл. 15. Расход битумной эмульсии принимают 0,9 л/м<sup>2</sup>. При подгрунтовке нижнего слоя двухслойного асфальтобетона или основания дорожной одежды, устроенного с применением органического вяжущего, расход битумной эмульсии снижают до 0,3 л/м<sup>2</sup>.

Подгрунтовку можно не производить, если интервал времени между устройством верхнего и нижнего слоев асфальтобетона составляет не более 2 сут. и отсутствует движение автотранспорта.

Ориентировочная область применения асфальтобетонных смесей в покрытии приведена в табл. 27.

Таблица 27

### АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ

Дорожная одежда	Вид асфальтобетона	Категория дороги	Тип	Марка
Верхний слой покрытия (ВСП)	Плотный	1	А, ЩМА	І
		2	Б, Г	І
		3	Б, В, Г	ІІ
		4	В, Д	ІІІ
Нижний слой покрытия (НСП)	Пористый	1 - 3	-	І
Верхний слой основания (ВСО)	Пористый	1 - 2	-	ІІ
	Высокопористый			І

Для повышения сдвигоустойчивости, трещиностойкости, шероховатости покрытий на дорогах 1 технической категории



применяют щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМА) по ГОСТ 31015. Для увеличения водонепроницаемости, морозостойкости покрытия предложено применение высокоплотной асфальтобетонной смеси по ГОСТ 9728.

Асфальтобетон - материал, получаемый в результате уплотнения рационально подобранной в определенных соотношениях смеси, приготавливаемой смешением в нагретом состоянии щебня, природного или дробленого песка, минерального порошка и нефтяного дорожного битума.

Асфальтобетонные смеси в соответствии с ГОСТ 9128 классифицируют по следующим признакам в зависимости от:

*1. Вязкости битума и температуры при укладке:*

- *горячие*, приготавливаемые с использованием вязких нефтяных дорожных битумов и укладываемые с температурой не менее 120 °С;

- *холодные*, приготавливаемые с использованием жидких битумов и после длительного хранения укладываемые с температурой не менее 5 °С.

*2. Размера зерен минерального материала:*

- крупнозернистые с зернами размером до 40 мм;

- мелкозернистые с зернами размером до 20 мм;

- песчаные с зернами размером до 10 мм.

Холодные асфальтобетонные смеси подразделяются на мелкозернистые и песчаные.

*3. Остаточной пористости, которая должна быть для:*

- литых < 1 %,

- высокоплотных 1 – 2,5 %,

- щебеночно-мастичных 1,5 – 4,5 %,

- плотных 2,5 – 5,0 %,

- пористых 5 – 10 %,

- холодных 6 – 10 %,

- высокопористых 10 – 18 %,

- дренирующих > 18 %.

*Пористость* минеральной части должна быть не более для:

- высокоплотных асфальтобетонов - 16 %,
- щебеночно-мастичных – 19 %,
- плотных типов: А, Б - 19 %, В, Г, Д - 22 %,
- холодных типов: Б<sub>х</sub> - 18 %, В<sub>х</sub> - 20 %, Г<sub>х</sub>, Д<sub>х</sub> - 21 %,
- пористых - 23 %,
- высокопористых щебеночных - 19 %,
- высокопористых песчаных - 28 %.

4. *Содержания щебня и вида песка.*

Высокоплотные смеси с содержанием щебня 50 – 65 %.

Щебеночно-мастичные смеси с содержанием щебня 70 – 80 %.

Плотные смеси с содержанием щебня:

- тип А (многощебенистые) 50 – 60 %;
- тип Б (среднещебенистые) 40 – 50 %;
- тип В (малощебенистые) 30 – 40 %;
- тип Г (песчаные, песок из отсевов дробления);
- тип Д (песчаные, природный песок).

Пористые смеси с содержанием щебня 40 – 60 %.

5. *Показателей физико-механических свойств.*

Асфальтобетонные смеси подразделяют на марки, указанные в табл. 28 для плотного, в табл. 29 для мелкозернистого пористого, в табл. 30 для щебеночно-мастичного, в табл. 31 для холодного асфальтобетона.

Таблица 28

ТРЕБОВАНИЯ К ПЛОТНОМУ АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Показатель	Значения для асфальтобетона марки								
	I			II			III		
	Для дорожно-климатических зон								
	I	II-III	IV-V	I	II-III	IV-V	I	II-III	IV-V
Прочность на сжатие, МПа, при 50 °С:									
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
при 20 °С	2,5	2,5	2,5	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0
при 0 °С	9	11	13	10	12	13	10	12	13
Водостойкость:									
плотных	0,95	0,90	0,85	0,90	0,85	0,80	0,85	0,75	0,70
высокоплотных	0,95	0,95	0,90	-	-	-	-	-	-
водонасыщенных:									
плотных	0,90	0,85	0,75	0,85	0,75	0,70	0,75	0,65	0,60
высокоплотных	0,95	0,90	0,85	-	-	-	-	-	-
Коэффициент внутреннего трения:									
высокоплотных	0,88	0,89	0,91	-	-	-	-	-	-
плотных типов: 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
Сцепление при сдвиге при 50 °С, МПа:									
высокоплотных	0,25	0,27	0,30	-	-	-	-	-	-
плотных типов: 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, МПа (прочность на растяжение при расколе при 0 °С)	3-5,5	3,5-6	4-6,5	2,5-6	3-6,5	3,5-7	2-6,5	2,5-7	3-7,5

Таблица 29

## МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ ПОРИСТЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН

Показатель	Значения для марки
------------	--------------------

	I	II
Прочность на сжатие при 50 °С, МПа	0,7	0,5
Водостойкость	0,7	0,6
при длительном водонасыщении	0,6	0,5

*Примечание.* Для крупнозернистого асфальтобетона показатели не нормируют.

Таблица 30

### ЩЕБЕНОЧНО – МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН

Показатель	Для дорожно-климатической зоны		
	I	II - III	IV - V
Прочность на сжатие, МПа: при 20 °С	2,0	2,2	2,5
при 50 °С	0,6	0,65	0,7
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,90	0,85	0,75
Коэффициент внутреннего трения	0,92	0,93	0,94
Сцепление при сдвиге, МПа	0,16	0,18	0,20
Трещиностойкость, МПа	2,0 – 5,5	2,5 – 6,0	3,0 – 6,5

Таблица 31

### ТРЕБОВАНИЯ К ХОЛОДНОМУ АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Показатель	Значение для марки и типа			
	I		II	
	Б <sub>х</sub> , В <sub>х</sub>	Г <sub>х</sub>	Б <sub>х</sub> , В <sub>х</sub>	Г <sub>х</sub> , Д <sub>х</sub>
Прочность на сжатие при 20 °С, МПа, до подогрева: сухих	1,5	1,7	1,0	1,2
водонасыщенных	1,1	1,2	0,7	0,8
при длительном водонасыщении	0,8	0,9	0,5	0,6
после подогрева: сухих	1,8	2,0	1,3	1,5
водонасыщенных	1,6	1,8	1,0	1,2
при длительном водонасыщении	1,3	1,5	0,8	0,9

Требования к кернам из асфальтобетона приведены в табл. 32.

Таблица 32

## ТРЕБОВАНИЯ К КЕРНАМ ИЗ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Вид и тип асфальтобетона	Мах водонасыщение в образце, % объема		Коэффициент уплотнения
	лабораторный	кern	
Высокоплотный	1,0 (0,5) - 2,5	3,0	0,99
Щебеночно-мастичный	1,0 - 4,0	3,5	-
Плотный типов: А	2,0 (1,5) - 5,0	5,0	0,99
Б	1,5 (1,0) - 4,0	4,5	0,99
В, Г	1,5 (1,0) - 4,0	4,5	0,98
Д	1,0 (0,5) - 4,0	4,0	0,98
Холодный	5,0 – 9,0	9,0	0,96
Пористый	4,0 – 10	10	0,98
Высокопористый	10 – 18	18	0,98

*Примечание.* В скобках приведены значения водонасыщения для образцов из переформованных вырубков и кернов, без скобок - образцов, отформованных из асфальтобетонной смеси.

Зерновые составы минеральной части асфальтобетонных смесей должны соответствовать табл. 33. Содержание минерального порошка принимать по табл. 33 для зерен размером мельче 0,071 мм.

Таблица 33

## ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Вид и тип смеси		Прошло зерен, % по массе, через сито с отверстием, мм									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Высокоплотная		90-100	70-100	56-100	30-50	24-50	18-50	13-50	12-50	11-28	10-16
Плотная	тип А	90-100	75-100	62-100	40-50	28-38	20-28	14-20	10-16	6-12	4-10
	тип Б	90-100	80-100	70-100	50-60	38-48	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12
	тип В	90-100	85-100	75-100	60-70	48-60	37-50	28-40	20-30	13-20	8-14

	тип Г	-	-	-	70-100	56-82	42-65	30-50	20-36	15-25	8-16
	тип Д	-	-	-	70-100	60-93	42-85	30-75	20-55	15-33	10-16
ЩМА-10		-	-	90-100	30-40	19-29	16-26	13-22	11-20	10-17	10-15
ЩМА-15		-	90-100	40-60	25-35	18-28	15-25	12-22	10-20	9-16	9-14
ЩМА-20		90-100	50-70	25-42	20-30	15-25	13-24	11-21	9-19	8-15	8-13
Пористая		75-100	64-100	52-88	40-60	28-60	16-60	10-60	8-37	5-20	2-8
Высокопористая щебеночная		55-75	35-64	22-52	15-40	10-28	5-16	3-10	2-8	1-5	1-4
Высокопористая песчаная		-	-	-	70-100	64-100	41-100	25-85	17-72	10-45	4-10

Содержание *битума* в асфальтобетонной смеси ориентировочно принимают для асфальтобетонов:

- высокоплотных (4 - 6) %,
- щебеночно-мастичных ЩМА-20 (5,5 - 6)%, ЩМА-15 (6 - 7)%,
- плотных тип А (4,5 - 6)%, Б (5 - 6,5)%, В (6 - 7)%, Г, Д (6 - 9)%,
- пористых (3,5 - 5,5) %,
- высокопористых щебеночных (2,5 - 4) %,
- высокопористых песчаных (4 - 6) %,
- холодных тип Б<sub>х</sub> (3,5 - 5,5) %, В<sub>х</sub> (4 - 6) %, Г<sub>х</sub>, Д<sub>х</sub> (4,5 - 6,5) %.

Требования к составляющим *асфальтобетонной смеси* должны быть следующими.

*Щебень* в соответствии с ГОСТ 8267 применяют фракций 5 – 10 мм, 10 – 20 мм, 20 – 40 мм. В зависимости от марки и типа асфальтобетонной смеси марка щебня по дробимости при сжатии в цилиндре, по истираемости в полочном барабане, по морозостойкости должны соответствовать табл. 34.

В зависимости от марки применяемого щебня содержание зерен слабых пород должно быть менее (5 – 10) %, зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм для высокоплотных, щебеночно-

мастичных и плотных смесей типа А - менее 10 %, Б и пористых - менее 15 %, В - менее 25 %, пылевато-глинистых частиц – менее (1 – 2) %, глины в комках – менее 0,25 % по массе. Удельная эффективная активность радионуклидов должна составлять менее 370 Бк/кг.

*Природные пески и из отсевов дробления* в соответствии с ГОСТ 8736 применяют с модулем крупности более 2 (средние и крупные). Содержание пылевато-глинистых частиц, определяемых методом отмучивания, не должно превышать 3 %, методом набухания – менее 0,5 %, глины в комках – менее 0,5 %, слюды – менее 1 % по массе. Для дробленых песков марка исходной горной породы, определяемая по дробимости при сжатии в цилиндре, должна быть не ниже указанной в табл. 34.

*Минеральный порошок* по ГОСТ Р 52129 должен удовлетворять следующим требованиям: содержание частиц размером мельче 0,071 мм (70 – 80) % по массе, пористость не более 35 % по объему, набухание не более 2,5 % по объему, влажность не более 1% по массе.

*Битумы нефтяные дорожные вязкие* должны соответствовать ГОСТ 22245.

Таблица 34

### ТРЕБОВАНИЯ К ЩЕБНЮ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Марка щебня из горных пород	Значение для смесей марки и типа								
	ЩМА	I			II			III	
		А	Б	пористые	А	Б	В	Б	В
По дробимости:									
- изверженных	1200	1200	1200	800	1000	1000	800	800	600
- осадочных	1000	1200	1000	600	1000	800	600	600	400
- из гравия	1000	-	1000	600	1000	800	600	600	400
- отсев дробления	1000	800	800	600	600	600	600	400	400
По истираемости:									
- изверженных	И 1	И 1	И 1	-	И 2	И 2	И 3	И 3	И 4
- осадочных	И 1	И 1	И 2	-	И 1	И 2	И 3	И 3	И 4
- из гравия	И 1	-	И 1	-	И 1	И 2	И 3	И 3	И 4

По морозостойкости в ДКЗ: I - III IV - V	F50	F50	F50	F25	F50	F50	F25	F25	F25
	F50	F50	F50	F25	F50	F25	F15	F15	F15

## 8. Цементобетон.

Цементобетон – это искусственный материал, получаемый из затвердевшей смеси цемента, щебня, песка, воды и добавок по ГОСТ 26633. Разновидности цементобетонной смеси: *стандартная* или *тяжелая* (щебня 41 – 60 %), *малощебеночная* (щебня 26 – 40 %), *мелкозернистая* (песчаная), *карбонатная* (осадочные горные породы). По удобоукладываемости цементобетонные смеси подразделяют в соответствии с табл. 35.

Цементобетон характеризуют прочностью на *сжатие*  $R_{сж}$ , по которой оценивают износостойкость и прочность на *растяжение при изгибе*  $R_{ри}$ , которая является основной характеристикой.

По классам и маркам цементобетона прочностные показатели в возрасте 28 сут приведены в табл. 36.

Таблица 35

### КЛАССИФИКАЦИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Марка удобоукладываемости	Показатели подвижности смеси		Наименование смеси
	Осадка конуса, см	Жесткость, с	
Подвижные смеси			
П1	1 - 4	< 4	малоподвижная
П2	5 - 9	-	пластичная
П3	10 - 15	-	высокоподвижная
П4	16 - 20	-	
П5	> 21	-	
Жесткие смеси			
Ж1	-	5 - 10	
Ж2	-	11 - 20	
Ж3	-	21 - 30	



Ж4		31 - 60	укатываемый бетон («тощий»)
----	--	---------	-----------------------------

Таблица 36

### ЦЕМЕНТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ

При сжатии		На растяжение при изгибе		Марка по морозостойкости, $F$	Дорожно-климатическая зона
Класс (марка)	Прочность, МПа	Класс (марка)	Прочность, МПа		
В покрытии					
$B_{30}$ (M400)	39,2	$B_{tb}4,0$ ( $R_{и}50$ )	4,9	200	II
				150	III
				100	IV
В основании					
$B_{7,5}$ (M100)	9,8	$B_{tb}1,6$ ( $R_{и}20$ )	1,9	50	II – III
				25	IV
$B_5$ (M75)	7,4	$B_{tb}1,2$ ( $R_{и}15$ )	1,4	50	II – III
				25	IV

Классы бетона по прочности устанавливаются в возрасте 28 сут твердения во влажных условиях при 20 °С.

Морозостойкость бетона очень важный показатель для покрытия дорожной одежды, подверженной круглогодичному атмосферному воздействию. Марку бетона по *морозостойкости* определяют количеством циклов попеременного замораживания и оттаивания в 5 %-м водном растворе хлорида натрия при потере массы не более 3 %, снижении прочности на сжатие не более чем на 5 % и составляет  $F_{25} - F_{200}$  (см. табл. 36).

Согласно ГОСТ 26633 бетоны марки по морозостойкости  $F_{200}$  и выше для дорожных покрытий следует изготавливать с обязательным применением воздухововлекающих добавок. Объем вовлеченного воздуха в бетонной смеси для дорожных покрытий должен составлять (5 – 7) % для тяжелого бетона, (7 – 9) % для мелкозернистого бетона.

С увеличением соотношения  $R_{рн} / R_{сж}$ , которое составляет 1/5 – 1/9, улучшаются деформативность, сопротивление нагрузкам. Нарастание прочности бетона во времени происходит по логарифмическому закону (рис. 1):

$$R_n = R_{28} \cdot \lg n / \lg 28 ,$$

где  $R_{28}$ ,  $R_n$  - прочность бетона через 28 и  $n$  суток.

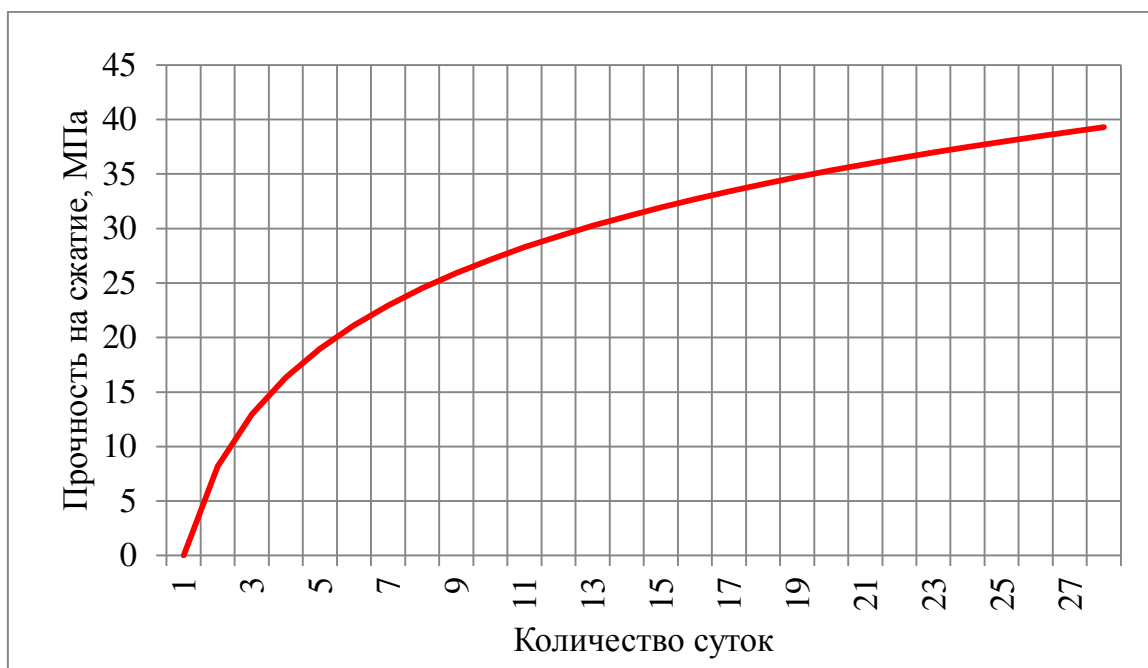


Рис. 1. Набор прочности бетона

Монолитные цементобетонные покрытия устраивают армированными при высоких насыпях и на болотах, где можно ожидать неравномерную осадку земляного полотна. В остальных случаях применяют монолитные цементобетонные покрытия без армирования.

В покрытии дорожной одежды используют бетон класса В30. При устройстве покрытия в скользящих формах (передвижной опалубке) высокопроизводительным комплектом машин ДС-100 с автоматической следящей системой применяют *малоцебеночную малоподвижную* цементобетонную смесь марки по удобоукладываемости П1.

Цементобетонная смесь находится в передвижной опалубке не более 1,5 - 3 мин. Чтобы избежать оплывания боковых кромок покрытия, водоцементное отношение цементобетонной смеси должно быть не более 0,5, показатель подвижности цементобетонной смеси: осадка конуса – до 4 см и жесткость – до 4 сек.

Продолжительность ухода за бетоном должна быть предусмотрена в течение всего процесса твердения до момента формирования бетона с требуемыми свойствами, но не менее 28 сут.

В основании дорожной одежды используют жесткие бетонные смеси, уплотняемые катками при укладке по ГОСТ 23558. Низкомарочный бетон класса *B7,5* с меньшим расходом цемента и воды получил распространение под названием “*тощий*” или *жесткий укатываемый* бетон. Марка по удобоукладываемости Ж4, что соответствует требуемой жесткости 40 - 60 сек. Достоинством этих цементобетонных оснований является повышенная стойкость к колееобразованию асфальтобетонных покрытий.

Если применять “*тощий*” бетон класса *B5* (марки М75), то не требуется устраивать поперечные температурные швы, а укладку следующего слоя дорожной одежды можно осуществлять по свежеуложенному бетону без технологического перерыва 7 сут.

Требования к составляющим цементобетонной смеси должны быть следующими.

*Водоцементное отношение* (В/Ц) бетонной смеси должно быть 0,4 - 0,5 и не более 0,6 для нижнего слоя покрытия, *коэффициент раздвижки зерен* в смеси должен составлять 1,9 - 3 для малощебеночной смеси.

*Портландцемент* применяют марок М300 в бетоне *B5 - B10*, М400 в бетоне *B15 – B25*, М500 в бетоне *B30* по ГОСТ 10178.

Содержание  $C_3A$  в портландцементе не должно превышать 8 %. В качестве минеральной добавки можно использовать только гранулированный доменный шлак в количестве не более 15 %. По тонкости помола удельная площадь поверхности должна быть не менее 2800 см<sup>2</sup>/г.

*Вода* по ГОСТ 23732 должна удовлетворять следующим требованиям: максимальное допустимое содержание в воде растворимых солей 5000 мг/л, ионов  $SO_4^-$  - 2700 мг/л,  $Cl^-$  - 1200 мг/л, взвешенных частиц - 200 мг/л; окисляемость - менее 15 мг/л; водородный показатель  $4 < pH < 12,5$ ; содержание органических

веществ, сахаров и фенолов - не более 10 мг/л; не допускается пленок нефтепродуктов, масел.

*Природный песок и отсев дробления* в соответствии с ГОСТ 8736 применяют с модулем крупности более 2 (средние и крупные пески). Содержание пылевато-глинистых частиц, определяемых методом отмучивания, не должно превышать 3 %, слюды – менее 1 %, сернокислых соединений  $SO_3$  - менее 1 % по массе. Для песков из отсевов дробления марка горной породы по дробимости должна быть не ниже 800.

*Щебень* в соответствии с ГОСТ 8267 применяют в смеси фракций 5 – 20 мм при укладке монолитных цементобетонных слоев с использованием комплекта машин со скользящими формами ДС-100. Для изготовления сборных железобетонных изделий применяют щебень в смеси фракций 5 – 40 мм. Зерновые составы смесей щебня приведены в табл. 37.

Прочность щебня, определяемая по дробимости и по истираемости, должна быть для изверженных пород не ниже М1200, И1, щебня из гравия не ниже М1000, И1, осадочных пород не ниже М800, И2.

Марка по морозостойкости щебня должна быть не ниже морозостойкости цементобетона на один класс по табл. 36. В зависимости от марки применяемого щебня содержание зерен слабых пород должно быть менее (5 – 10) %, зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм – менее 15 %, пылевато-глинистых частиц – менее 1 %, сернокислых соединений  $SO_3$  – менее 0,5 % по массе.

Таблица 37

### ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Размер фракций, мм	Содержание, % по массе, зерен размером, мм				Наименование материала
	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 70	
5 - 20	25 - 40	60 - 75	-	-	Монолитный
5 - 40	15 - 25	20 - 35	40 - 65	-	Сборный

Подбор состава цементобетонной смеси осуществляют в следующей последовательности.

1. Содержание цемента в 1 м<sup>3</sup> бетона:

$$Ц = В / (В/Ц) ,$$

где Ц – содержание цемента, т; В – водопотребность бетонной смеси, В = 0,17 – 0,2 т/м<sup>3</sup> для малоподвижной, В = 0,18 – 0,21 т/м<sup>3</sup> для стандартной смеси; В/Ц – водоцементное отношение, В/Ц = 0,4 – 0,6 (меньшее значение принимать для монолитных покрытий).

2. Содержание щебня в 1 м<sup>3</sup> бетона:

$$Щ = 1 / (K_p V_{кз} / \rho'_{кз} + 1 / \rho_{кз}) ,$$

$$V_{кз} = 1 - \rho'_{кз} / \rho_{кз} ,$$

где Щ - содержание щебня, т; K<sub>p</sub> – коэффициент раздвижки зерен щебня, K<sub>p</sub> = 1,9 – 3 для малощебеночной, K<sub>p</sub> = 1,8 – 2 для стандартной смеси; ρ<sup>1</sup><sub>кз</sub> – насыпная плотность щебня, ρ<sup>1</sup><sub>кз</sub> = 1,7 т/м<sup>3</sup>; ρ<sub>кз</sub> - плотность зерен щебня, ρ<sub>кз</sub> = 2,7 т/м<sup>3</sup>; V<sub>кз</sub> – пустотность щебня.

3. Содержание песка в 1 м<sup>3</sup> бетона:

$$П = [1 - ( Ц / \rho_{ц} + В + КЗ / \rho_{кз} + V)] \rho_{п} ,$$

где П - содержание песка, т; ρ<sub>ц</sub>, ρ<sub>п</sub> - плотность цемента и песка, ρ<sub>ц</sub> = 3 т/м<sup>3</sup>, ρ<sub>п</sub> = 2,65 т/м<sup>3</sup>; V – объем вовлеченного воздуха, V = 0,04 – 0,06 (большее значение принимать для монолитных покрытий).

## 9. Сборный железобетон.

Сборные железобетонные покрытия устраивают из предварительно напряженных плит типа ПАГ-14, ПАГ-18 (плита аэродромная гладкая), ПДН (плита дорожная напряженная), а также из плит без напряжения типа ПДО (плита дорожная обыкновенная).

Все плиты имеют геометрические размеры в плане 6 х 2 м и толщину 14 см. Исключение составляет плита ПАГ-18 толщиной 18 см. Технические показатели плит приведены в табл. 38.

Таблица 38

## СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЛИТЫ

Тип плиты	Арматура		Объем бетона на 1 плиту, м <sup>3</sup>	Расход арматуры на 1 плиту, кг	Масса плиты, т
	Количество	Диаметр, мм			
ПАГ-14	10	14	1,68	141	4,2
ПАГ-18	12	14	2,16	189	5,4
ПДН	10	12	1,68	119	3,8
ПДО	10	8 - 20	1,68	169	4,8

Предварительно-напряженные железобетонные плиты типа ПАГ и ПДН для покрытий автомобильных дорог согласно ГОСТ 13015.0, ГОСТ 21924.0 изготавливают из *стандартной (тяжелой)* цементобетонной смеси класса (марки) по прочности на сжатие  $B_{25}$  (М350) и на растяжение при изгибе  $B_{btb}3,6$  (Rи45), по морозостойкости  $F 200$ .

Плиты, предназначенные для эксплуатации в зоне вечной мерзлоты, и плиты с ненапрягаемой арматурой типа ПДО выполняют из цементобетона класса (марки) по прочности на сжатие  $B_{30}$  (М400) и на растяжение при изгибе  $B_{btb}4,0$  (Rи50), по морозостойкости  $F 200$ .

Для обеспечения морозостойкости железобетона *объем вовлеченного воздуха* в смесь должен составлять 4 – 5 %, *водоцементное отношение* (В/Ц) бетонной смеси должно быть не менее 0,4, показатель подвижности цементобетонной смеси (жесткость) - 20 с.

У плит типа ПАГ, ПДН армирование производят в продольном направлении напрягаемой арматурой класса А-IV, А-V и в поперечном направлении ненапрягаемой арматурой класса А-II, А-III. Плита ПДО армирована ненапрягаемой арматурой класса А-II, А-III диаметром 8, 10, 16 и 20 мм.

**Допуски по геометрическим размерам плит составляют: по длине  $\pm 6$  мм, по ширине и толщине  $\pm 5$  мм.** Отклонение от прямолинейности поверхностей и граней плиты на всю длину не должно превышать 5 мм, а на всю ширину плиты – 3 мм. Рабочая поверхность плит не должна иметь усадочных, технологических трещин и признаков шелушения. На поверхности плиты площадью 1

м<sup>2</sup> не должно быть больше трех раковин и местных наплывов или впадин.

## 10. Поверхностная обработка.

Поверхностную обработку покрытия устраивают с целью повышения шероховатости и обеспечения требуемого коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием для безопасности движения по дороге. Данный слой может выполнять защитную функцию, т.е. предохранять покрытие от повреждения и служить как слой износа, который восстанавливают через каждые 3 – 5 лет.

Поверхностную обработку выполняют путем розлива *органического вяжущего* и россыпи *щебня или черного щебня*.

При *одиночной* поверхностной обработке операции выполняют в один прием розлива вяжущего и россыпи щебня по слою из асфальтобетона или щебня, обработанного органическим вяжущим.

*Двойную* поверхностную обработку выполняют в два приема розлива вяжущего и россыпи щебня по слою грунта, укрепленному вяжущим, щебня или цементобетона.

Расход щебня, вид вяжущего принимают по табл. 39 в зависимости от дорожно-климатической зоны.

Качественно выполнить поверхностную обработку можно только при использовании щебня узких фракций 5 – 7, 7 – 10, 10 – 15 мм, рассыпаемых в одну щебенку, погруженных в органическое вяжущее на  $\frac{3}{4}$  размера щебенки. Щебень используют только из изверженных горных пород 1 – 2 класса по прочности марок М1000 – М1400.

Таблица 39

### ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ПОКРЫТИЯ

Вид обрабатываемого материала	Количество щебня, м <sup>3</sup>	Наименование вяжущего	Количество вяжущего, т	ДКЗ
-------------------------------	----------------------------------	-----------------------	------------------------	-----

Одиночная поверхностная обработка				
Щебень М1000 – М1400 фр. 5 – 7 мм	10,5	Битум БНД 130/200	0,95	I
		Битум БНД 90/130		II – III
		Битум БНД 60/90		IV
		Эмульсия ЭБК-1		I – IV
Двойная поверхностная обработка				
Щебень М1000 – М1400 фр. 7 – 10 мм	11,5	То же	1,22	То же
Щебень М1000 – М1400 фр. 5 – 7 мм	10,5	« - «	0,95	« - «

*Примечание.* Количество щебня и вяжущего дано на 1 000 м<sup>2</sup> покрытия.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 3344. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. М. : Стандартинформ, 1984. 17 с.
2. ГОСТ 7473. Смеси бетонные. М. : Стандартинформ, 2011. 19 с.
3. ГОСТ 8267. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. – М. : Издательство стандартов, 2004. 21 с.
4. ГОСТ 8736. Песок для строительных работ. – М.: Стандартинформ, 2015. 14 с.
5. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. – М. : Стандартинформ, 2013. 58 с.
6. ГОСТ 9179. Известь строительная. – М. : Издательство стандартов, 1995. 8 с.
7. ГОСТ 10178. Портландцемент и шлакопортландцемент. – М. : Издательство стандартов, 1991. 9 с.
8. ГОСТ 11955. Битумы нефтяные дорожные жидкие. – М. : Стандартинформ, 2009. 7 с.
9. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. - М., 1998. 38 с.



10. ГОСТ 13015-2012. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования – М.: Стандартинформ, 2013. 43 с.
11. ГОСТ 16557-2005. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Технические условия.
12. ГОСТ 21924.0-84. Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. – М., 1985. 51 с.
13. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. – М., 1991. 12 с.
14. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. – М., 2003. 18 с.
15. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами для дорожного и аэродромного строительства. – М., 1995. 15 с.
16. ГОСТ 23732-79. Вода бетонов и растворов. – М., 1981. 5 с.
17. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация.- М.: Стандартинформ, 2013. 42 с.
18. ГОСТ 25192-2012. Бетоны. Классификация и общие технические требования. – М. : Стандартинформ, 2013. 10 с.
19. ГОСТ 25607-2009. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. – М.: Стандартинформ, 2010. 12 с.
20. ГОСТ 26633-2012. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. – М. : Стандартинформ, 2014. 18 с.
21. ГОСТ 30491-2012. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. – М.: Стандартинформ, 2013. 19 с.
22. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. – М., 2003.
23. ГОСТ Р 52128-2003. Эмульсии битумные дорожные прямые. – М., 2003. 18 с.
24. ГОСТ Р 52129-2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. - М., 2004. 9 с.

25. ГОСТ Р 55420-2013. Эмульсии битумные дорожные катионные. – М. : Стандартинформ, 2014. 11 с.
26. СП 34.13330.2012. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. М., 2013. 106 с.
27. СП 78.13330.2013. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. М., 2013. 80 с.
28. ПНСТ 1-2012. Битумы нефтяные дорожные вязкие. – М.: Стандартинформ, 2012. 14 с.
29. ВСН 16-95. Инструкция по применению укатываемого малоцементного бетона в конструкции дорожных одежд. – М., 1995. 29 с.
30. ВСН 115-75. Технические указания по приготовлению и применению дорожных эмульсий. - М., 1976. 80 с.
31. ВСН 123-77. Инструкция по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных органическими вяжущими. М., 1977. 48 с.
32. ВСН 139-80. Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог. М., 1980. 106 с.
33. ВСН 185-75. Технические указания по использованию зол уноса и золошлаковых смесей для сооружения земляного полотна и устройства дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог. М., 1975. 38 с.
34. ГЭСН-2001. Сб. 27: Автомобильные дороги. - М., 2001. 86 с.
35. ИЭСН на работы по ремонту автомобильных дорог с использованием новой техники и технологий. М., 2003. 29 с.
36. ОДМД. Методические рекомендации по получению оптимальных составов щебеночных-песчано-цементных смесей. М., 2003. 32 с.
37. ОДМД. Методические рекомендации по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных неорганическими вяжущими. М., 2003. 36 с.
38. ОДМД. Руководство по грунтам и материалам, укрепленным органическими вяжущими. М., 2003. 68 с.

39. ОДМ. Методические рекомендации по устройству одиночной шероховатой поверхностной обработки техникой с синхронным распределителем битума и щебня. М., 2001. 38 с.
40. Руководство по строительству оснований и покрытий автомобильных дорог из щебеночных и гравийных материалов / СоздорНИИ. М., 1999. 88с.
41. Руководство по грунтам и материалам, укрепленным органическими вяжущими. - М., 2003. 68 с.
42. Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами / СоздорНИИ. М., 1990. 203 с.
43. Пособие по организации скоростного строительства автомобильных дорог и аэродромов с использованием комплектов машин ДС-100 / СоздорНИИ. М., 1990. 85с.
44. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов / СоздорНИИ. М., 1991. 162 с.
45. Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных эмульсий / СоздорНИИ. М., 1989. 55 с.
46. Пособие по устройству поверхностных обработок на автомобильных дорогах / СоздорНИИ. М., 1988. 39 с.
47. Справочная энциклопедия дорожника: 1 т. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. / Под ред. А.П. Васильева. - М., 2005. 646 с.
48. Справочная энциклопедия дорожника: 3 т. Дорожно-строительные материалы. / Под ред. Н.В. Быстрова М., 2004. 452 с.
49. Строительство автомобильных дорог: Справ. Инженера-дорожника / Под ред. В.А. Бочина. - М., 1980. 512 с.
50. Материалы и изделия для строительства дорог. Справочник. / Под ред. Н.В. Горелышева. - М., 1986. 288 с.
51. Горелышев Н.В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы. - М., 1995. 176 с.
52. Руководство по сооружению земляного полотна автомобильных дорог / Минтрансстрой. - М., 1982. 160 с.

53. Попова З.А. Исследование грунтов для дорожного строительства. - М., 1985. 126 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ДОРОЖНО–СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	5
1. Грунты .....	5
2. Грунты, укрепленные вяжущими .....	12
3. Неорганические вяжущие материалы .....	14
4. Органические вяжущие материалы .....	16
5. Щебень и гравий .....	20
6. Щебень, обработанный вяжущим .....	25
7. Асфальтобетонные слои .....	29
8. Цементобетон .....	37
9. Сборный железобетон .....	43
10. Поверхностная обработка .....	44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	45