

*Requirements for non-rigid road clothes
of motor roads of the State Company
"Russian Highways"*

Plan of the report

I

Preconditions and relevance of the development of SRT Avtodor 2.6-2013

The main requirements for organic binders (bitumens and PBBs)

II

Requirements for the quality of mineral materials regulated in the territory of the Russian Federation and in foreign countries

III

Types of asphaltic concrete used in constructive layers of pavement roads in the department GC Avtodor»

Features of the preparation of asphalt-concrete mixtures by domestic and foreign regulations and technical documents

IV

Physicomechanical indexes determining the quality of asphalt concrete in the territory of the Russian Federation and in foreign countries

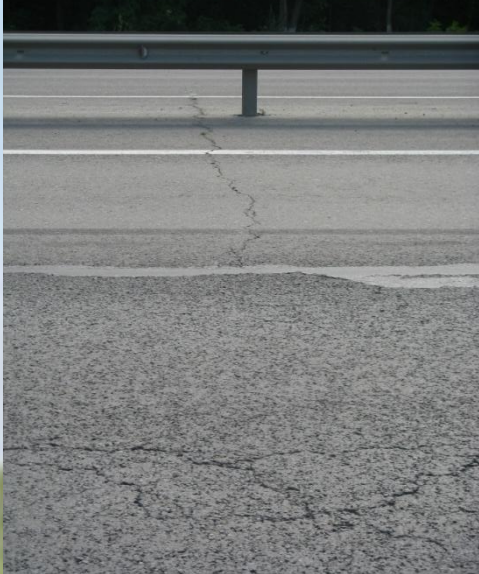
Foreign methods for testing asphalt concrete

Length of motor roads with asphalt pavement in the world (thousand km.)

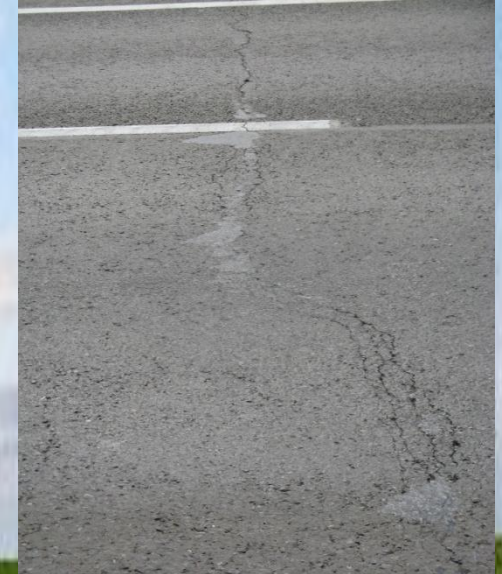
	USA	European Union(EU 28)	China	Japan	Russian Federation
Roads with asphalt pavement	7,713	4,801	1,701	1,172	610

Defects identified in 2016. On the sections of the motor road M-4 "DON"

The grid of cracks (km1132-km1134))



Cross crack (km347-km349)



Peeling (km377-km379)



Sweating (km1154-km1156)



Pothole (km964-km965)



Influence of the road network on the economy of the country

Pros during development

- Increased individual mobility;
- Accelerated medical care;
- Improving national security;
- Reduction of retail prices;
- increase of freight turnover

Cons for stasis

- The Russian Federation loses annually 3% of GDP;
- decrease in the quality of the country's infrastructure (Russia ranks 111th in the world);
- through the fault of road services in the Russian Federation, up to 170,000 accidents take place annually;
- increase in the cost of freight and passenger transportation;

Component composition of the asphalt-concrete mixture

Mineral material

- **Crushed stone and crushed stone from gravel**
- **Screening of crushed stone**
- **Natural sand**
- **Mineral powder**

Organic binder

- **For the preparation of hot asphalt mixtures:**
 - **viscous oil road**
 - **bitumen;**
 - **bitumen oil road**
- **improved;**
 - **polymer-bitumen binder**
- **For the preparation of cold asphalt mixtures:**
 - **liquid bitumens;**
 - **bitumen emulsions**

Organic substances

Viscous road bitumen brands:

- BND 40/60
- BND 60/90
- BND 90/130
- BND 130/200
- BND 200/300

Liquid road bitumen:

Fast-growing

(BG 25/40, BG 40/70)

Mildewed

(SG 15/25, SG 25/40,
SG 40/70, SG 70/130)

Slow-growing

(MG 15/25, MG 25/40,
MG 40/70, MG70/130)

Bituminous emulsions:

Cation-active

(EBC-1, EBC-2, EBC-3)

Anionic

(EBA-1, EBA-2, EBA-3)

Modified bitumen

**Resistance to high
summer temperatures
(Heat resistance)**

**Presence of
elastic
properties and
high resistance
to aging
processes**

**The ideal
organic binder**

**High adhesion
strength to the
surface of stone
materials
(adhesion)**

**The presence of hard
plastic properties at
negative temperatures
(crack resistance)**

Composition and structure of viscous road bitumen

Elemental chemical composition of bitumen:

Carbon 80-89%

Hydrogen 7-8.5%

Sulfur 1-8,5%

Nitrogen 1-3%

Oxygen 3-5%

Group composition of bitumen:

Oils - give mobility and fluidity (45-60% by weight).

Resins - impart astringent properties and plasticity to bitumen (20-40% by weight).

Asphaltenes - give firmness and raise the temperature of the bitumen dispersal (not more than 25% by weight).

Carbenes and carboys - impart viscosity and brittleness to bitumens (1-3% by weight).

Asphaltogenic acids and their anhydrides - contribute to the stabilization of the colloidal structure of bitumens and their high adhesion to the surface of mineral materials (not more than 3% by mass).

Classification of bitumen by production method

Residual

Concentration of heavy oil residues by distillation under vacuum

Oxidized

Oxidation by air oxygen of various heavy oil residues

Compounded

Mixing of residual or oxidized bitumen and various heavy oil residues

Физико-химические показатели битумов в РФ и в Европе

Наименование показатели	Россия		Общеввропейские требования (EN)
	ГОСТ 22245-90	СТО 2.1-2011	
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25 °С при 0 °С	• •	• •	•
Температура размягчения, °С, не ниже	•	•	•
Температура хрупкости, °С, не выше	•	•	•
Растяжимость, см, не менее при 25 °С при 0 °С	• •	• •	
Температура вспышки, °С, не ниже	•	•	•
Динамическая вязкость при 60 °С, Па*с, не менее		•	•
Кинематическая вязкость при 135 °С, мм ² /с, не менее		•	•
Содержание парафинов, % масс., не более		•	•
Растворимость, % масс., не менее		•	•
Индекс пенетрации	•	•	•
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	•	•	•
<i>Испытания с нагревом в тонкой пленке</i>			
Изменение массы, % масс., не более		•	•
Глубина проникания иглы при 25°С (остаточная пенетрация), % от первоначальной, не менее	•	•	•
Растяжимость при 25°С, см, не менее		•	
Динамическая вязкость при 60°С, Па*с, не более		•	
Коэффициент возрастания динамической вязкости, не более		•	

Результаты испытаний битумов марки БНД 60/90 различных НПЗ на соответствие требованиям ГОСТ 22245-90

Наименование показателя	Норма для битума марки	Фактические показатели пробы			
	БНД 60/90	Московский НПЗ	Саратовский НПЗ	Ярославский НПЗ	Волгоградский НПЗ
1 Глубина проникания иглы, не менее, при температуре:					
25 °С	61-90	87	74	83	63
0 °С	20	26	24	25	23
2 Растяжимость, см, не менее, при температуре:					
25 °С	55	86	119,5	85	100
0 °С	3,5	4,2	5,4	4,4	4,5
3 Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	47	48	49	49	50
4 Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	-15	-20	-19	-23	-17
5 Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более (по абсолютной величине)	5	4	5	4	4
6 Температура вспышки, °С, не ниже	230	298	285	288	291
7 Индекс пенетрации	-1 ÷ +1	-0,48	-0,44	-0,18	-0,68

Основные физико-химические показатели, определяющие качество битумов, применяемых в Германии

Наименование показателя	Марки битумов	
	В 80	В 65
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25°C	70-100	50-70
Температура размягчения, °C	44-49	49-54
Температура хрупкости, °C, не выше	-10	-8
Растяжимость при 25°C, см, не менее	100	100
Зольность, % масс., не более	0,5	0,5
Содержание парафинов, % масс., не более	2,0	2,0
Относительная плотность при 25°C, г/см ³ , не менее	1,01-1,04	1,02-1,05
Температура вспышки, °C, не менее	240	250
<i>Изменение свойств после прогрева при 163°C в течение 5 часов</i>		
Потеря массы, % масс., не более	1,0	1,0
Изменение температуры размягчения, °C, не более	10	10
Изменение пенетрации при 25°C, не более	60	60
Температура хрупкости, °C, не выше	-8	-6

Основные физико-химические показатели, определяющие качество битумов, применяемых в Финляндии

Наименование показателя	Марки битумов	
	BIT 80	BIT 65
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25°C	70-100	50-70
Температура размягчения, °C	48	52
Температура хрупкости, °C, не выше	-	-
Динамическая вязкость при 60°C, Па*с, не менее	80	160
Кинематическая вязкость при 135°C, мм ² /с, не менее	225	280
Растворимость, % масс., не менее	99.5	99.5
Температура вспышки, °C, не менее	200	230
<i>Изменение свойств после прогрева при 163°C в течение 5 часов</i>		
Потеря массы, % масс., не более	1.0	1.0
Растяжимость при 25°C, см, не менее	50	25
Динамическая вязкость при 60°C, Па*с, не более	800	1300
Температура хрупкости, °C, не выше	-10	-8
Остаточная пенетрации при 25°C, не более	65	70

Основные физико-химические показатели, определяющие качество битумов, применяемых в Литве

Наименование показателя	Марки битумов	
	B70/100	B50/70
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25°C	70-100	50-70
Температура размягчения, °C	43-51	46-54
Температура хрупкости, °C, не выше	-10	-8
Динамическая вязкость при 60°C, Па*с, не менее	90	145
Кинематическая вязкость при 135°C, мм ² /с, не менее	230	295
Растворимость, % масс., не менее	99	99
Плотность при 25°C г/см ³ , не менее	1.0	1.0
Температура вспышки, °C, не менее	230	230
<i>Изменение свойств после прогрева при 163°C в течение 5 часов</i>		
Потеря массы, % масс., не более	0.8	0.5
Изменение температуры размягчения, °C, не более	9	9
Растяжимость при 25°C, см, не менее	50	25
Остаточная пенетрации при 25°C, не более	46	50

Основные физико-химические показатели, определяющие качество битумов, применяемых в Республике Беларусь

Наименование показателя	Марки битумов	
	70/100	50/70
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25°C при 0 °C	70-100 20	50-70 13
Температура размягчения, °C	39-47	46-54
Температура хрупкости, °C, не выше	-10	-8
Динамическая вязкость при 60°C, Па*с, не менее	145	90
Кинематическая вязкость при 135°C, мм ² /с, не менее	230	295
Зольность, % масс., не более	-	-
Содержание парафинов, % масс., не более	3,0	-
Растворимость, % масс., не менее	99,0	99,0
Температура вспышки, °C, не менее	240	240
<i>Изменение свойств после прогрева при 163°C в течение 5 часов</i>		
Потеря массы, % масс., не более	0,8	0,5
Изменение температуры размягчения, °C, не более	9	9
Остаточная пенетрации при 25°C, не более	46	50

Disadvantages of viscous road bitumen

- **Low resistance to high summer temperatures (KiSh 50-51oC, but the coating can warm up to 70oC);**
- **Increased brittleness at low temperatures ($T_{xp} = -15 - (-20)$ oC, although in winter conditions the temperature of the upper layers of pavement can reach -30oC);**
- **Intensive aging of bitumen during the preparation and packing of asphalt-concrete mixtures;**
- **Insufficient adhesion strength relative to the surface of mineral materials;**
- **Absence of elastic properties;**
- **Absence of parameters reflecting the behavior of bitumen in asphalt concrete during operation.**

Polymer-bituminous binders

Polymer-bitumen binders (PBBs) are binders prepared on a viscous road bitumen with the addition of polymeric modifiers, predominantly SBS, and surfactants.

Ways of preparation of WSP:



To the viscous road bitumen is added a plasticizer, more often an industrial oil to produce a more liquid medium and then a polymer modifier

Initially, a more liquid petroleum feedstock is used in which a polymer modifier

Disadvantages of the technology of preparation of WSPs with the use of plasticizers:

- Absence of thermodynamic stability due to a violation of the component composition of bitumen;**
- Reduction of cohesive strength and its modulus of elasticity;**
- Decrease in the rigidity of asphalt concrete and its elastic modulus, deterioration of the stability to the rutting**

Modifiers used for the preparation of polymer-bituminous binders

Thermoplastic elastomers
(SBS, Elvaloy, butadiene styrene rubber)

Thermoplastic plastomers
(ethylene-vinyl acetate, polypropylene, polyethylene)

Chemical modifiers
(sulfur, metal-containing compounds)

Rubber-containing polymers

Microscopic structure of modifiers in bitumen

20 μm

**Not modified
Residual bitumen**

20 μm

Oxidized

20 μm

SBR

20 μm

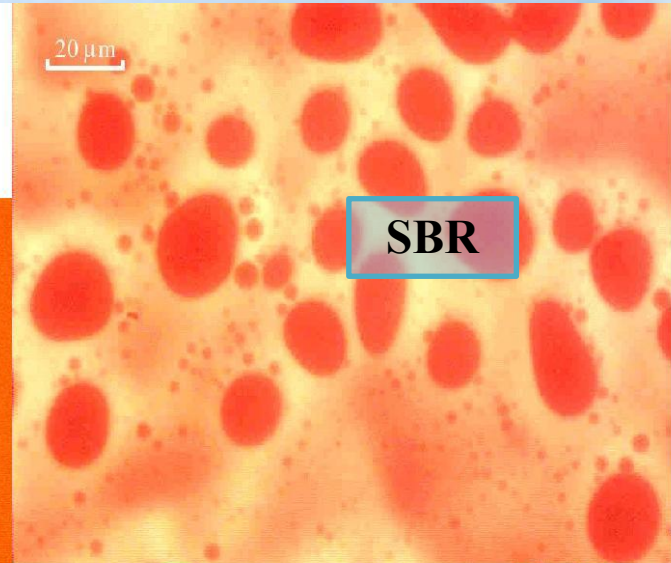
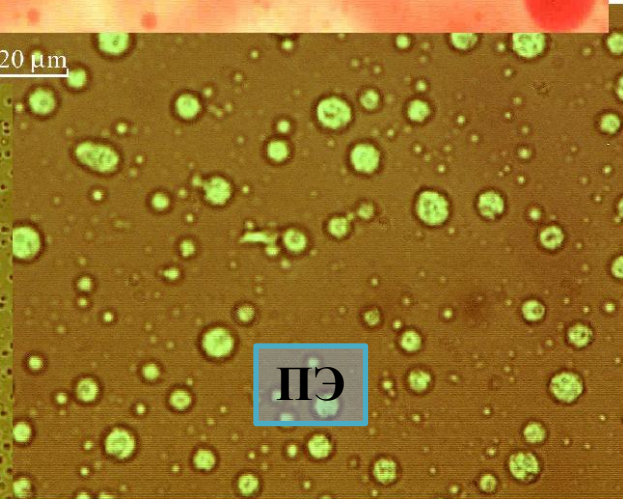
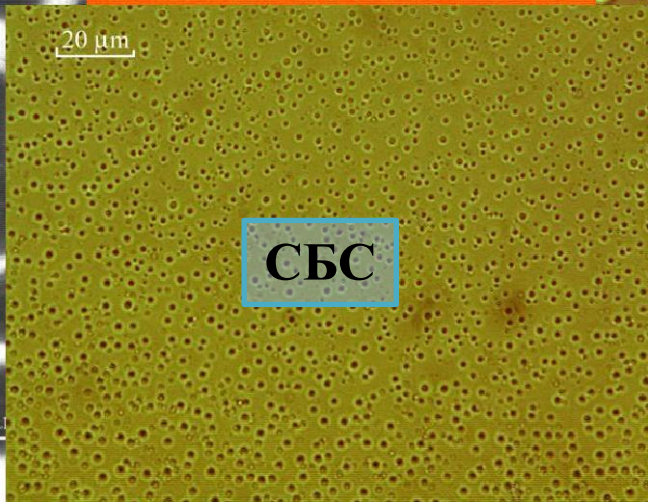
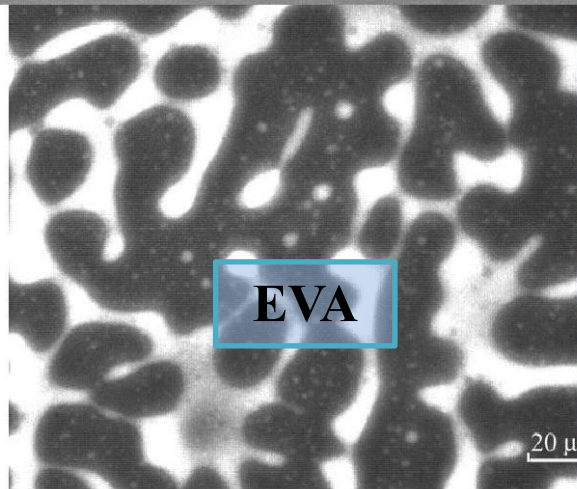
EVA

20 μm

CBC

ПЭ

20 μm



Resistance to aging of astringent according to the RTFOT technique

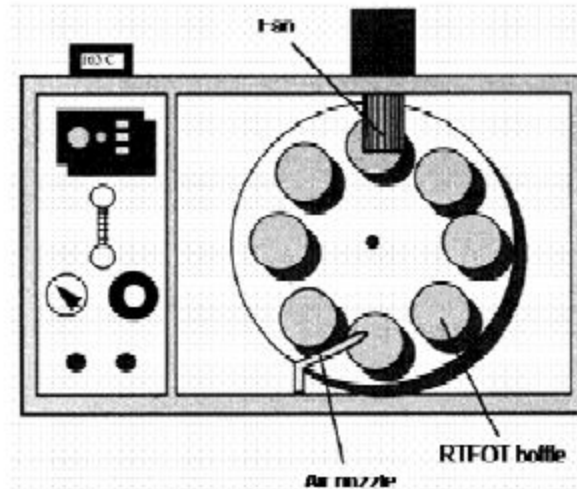


**Resistance to aging (163 ° C,
75 min, 4000 ml / min.)**

Weight change: ≤ 0.3

Change in softening temperature: ≤ 5

Residual elasticity: $\geq 80\%$



Dynamic Viscosity Control by Rotational Viscometer



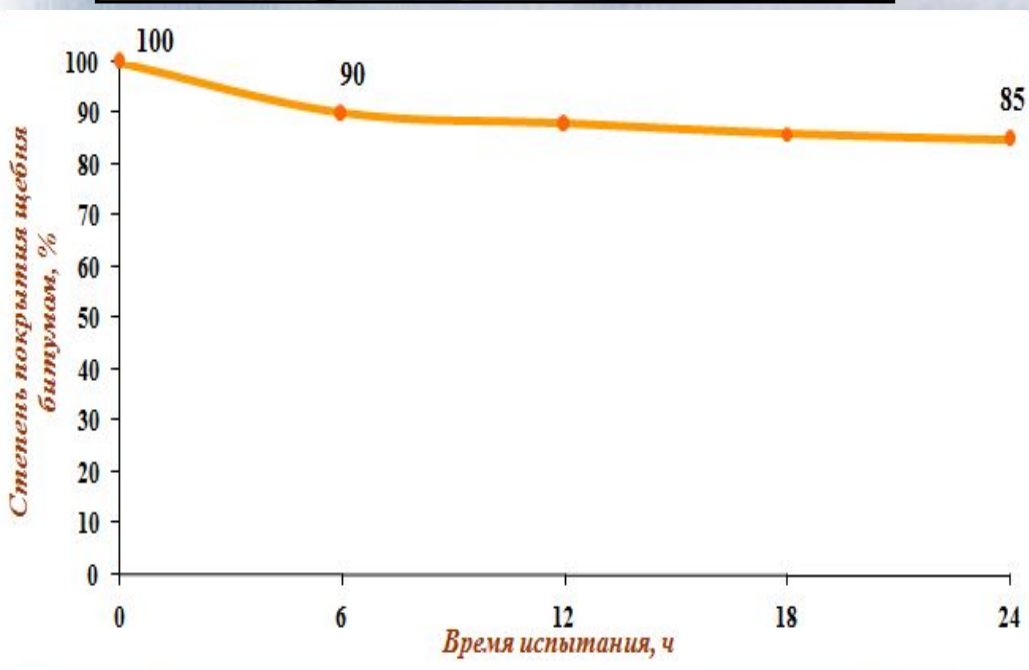
Температура испытания	Метод испытания	Значение Па·с
135	EN-13302:2010	2.1
160		0.65
180		0.32

180 ° C - temperature of obtaining a / b mixture

160 ° C - temperature of laying a / b mixture

**135 ° C - minimum temperature for
Pumping binder**

Контроль адгезионных свойств органического вяжущего



**Определение сродства между
щебнем и органическим
вяжущим EN 12697-11: 2009**

К заключению лекции

Для устройства верхних слоев покрытий в асфальтобетонных смесях согласно СТО 2.6-2013 необходимо применять:

- **битум нефтяной дорожный улучшенный (БНДУ) по СТО АВТОДОР 2.1-2011, модифицированный полимерными добавками по стандартам организации, согласованным с Государственной компанией «Автодор» либо по отраслевым дорожным методическим документам (ОДМ);**
- **полимерно-битумные вяжущие (ГОСТ Р 52056), приготовленные на основе БНДУ без использования индустриального масла, по стандартам организаций, согласованным с Государственной компанией «Автодор».**

Минеральные материалы

Щебень – неорганический, зернистый, сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм (по европейским стандартам – более 3 мм) получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов.

Песок из отсевов дробления – неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, получаемый из отсевов дробления горных пород при производстве щебня и из отходов обогащения руд черных и цветных металлов и неметаллических ископаемых и других отраслей промышленности.

Природный песок - неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород и получаемый при разработке песчаных и песчано-гравийных месторождений без использования или с использованием специального обогатительного оборудования.

Минеральный порошок – материал, полученный при помоле горных пород или твердых отходов промышленного производства.

Исходные минеральные материалы испытывают по следующим нормативным документам:

- ◆ Щебень и гравий по ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»
- ◆ Песок из отсевов дробления и отсев дробления по ГОСТ 31424-2010 «Материалы строительные нерудные от отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия»
- ◆ Природный песок по ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия»
- ◆ Минеральный порошок по ГОСТ 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия»

Нормируемые показатели свойств щебня для дорожных конструкций

Показатели свойств щебня в соответствии с требованиями ГОСТ 8267-93, РФ

- Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы;
- Марка щебня по дробимости;
- Марка по истираемости;
- Содержание зерен слабых пород;
- Марка по морозостойкости;
- Содержание пылевидных и глинистых частиц;
- Содержание глины в комках;
- Плотность истинная;
- Плотность средняя;
- Плотность насыпная;
- Пористость;
- Пустотность;
- Водопоглощение

Показатели свойств щебня в соответствии с требованиями европейских нормативов (TL Gestein-StB04: 2004 ФРГ; PANK ry Финляндия; по методике ASTM США)

- Доля дробленных зерен:
 - Доля полностью раздробленных зерен
 - Доля полностью раздробленных и частично дробленных зерен
 - Доля полностью скругленных зерен;
- Содержание пылевидных и глинистых частиц;
- Класс лещадности;
- Морозостойкость;
- Содержание пылевидных и глинистых частиц;
- Дробимость по коэффициенту ударного раздробления;
- Дробимость по коэффициенту Лос-Анджелеса;
- Плотность истинная;
- Плотность средняя;
- Устойчивость щебня к истиранию;
- Водопоглощение

Отличительные особенности требований нормативных документов к каменным материалам

Показатели	Испытания щебня в соответствии с требованиями ГОСТ 8267-93 в РФ	Испытания щебня в соответствии с требованиями TL Gestein-StB04: 2004 в ФРГ	Испытания щебня в соответствии с требованиями PANK ry в Финляндии	Испытания щебня в соответствии с требованиями ASTM в США
Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы	+	+	+	
Содержание пылевидных и глинистых частиц	+	+	+	
Истираемость щебня	+	+	+	
Содержание зерен слабых пород	+	-	-	
Дробимость по коэффициенту ударного раздробления	-	+	+	
Дробимость по коэффициенту Лос-Анджелеса	-	+	+	
Содержание глины в комках	+	-	-	
Водопоглощение	+	+	+	
Плотность средняя	+	+	+	
Плотность истинная	+	+	-	
Марка щебня по дробимости	+	-	-	
Пористость	+	-	-	
Пустотность	+	-	-	
Морозостойкость	+	+	+	

Щебень

Щебень – неорганический, зернистый, сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм (по европейским стандартам – более 3 мм), получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд (черных, цветных и редких металлов металлургической промышленности) и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности и последующим рассевом продуктов дробления.

Разновидности щебня

Гранитный щебень – это щебень из твердой горной породы зернистого строения, которая является самой распространённой на Земле. Гранитная скала представляет собой магму, застывшую на больших глубинах. Глыбы обычно получают путем взрыва монолитной скалы, затем они дробятся в машине, а полученный щебень просеивают по фракциям.

Гравийный щебень – щебень, получаемый путем просеивания карьерной породы, а также путем дробления природной каменной скалы. По прочности гравийный щебень уступает гранитному щебню, но есть и преимущества – радиоактивный фон его обычно очень низкий и цена ниже, чем на гранитный.

Известняковый щебень – продукт дробления осадочной горной породы – известняка, состоящего, главным образом, из кальцита (карбонат кальция – CaCO_3). Известняковый щебень – один из основных видов щебня, который помимо дорожного строительства, применяется и при изготовлении ж/б изделий.

Шлаковый щебень получают дроблением отвальных металлургических шлаков или специальной обработкой огненно-жидких шлаковых расплавов. В настоящее время разработаны и применяются в строительстве разнообразные виды бетонов с применением как вяжущих, так и заполнителей на основе металлургических шлаков, а также для укреплений оснований и устройства а/б покрытий.

Вторичный щебень получаемый при дроблении строительного мусора (кирпича, бетона, асфальта). Главное достоинство вторичного щебня – дешевизна, в среднем он в два раза дешевле гранитного. Стандарты описаны в ГОСТ 25137-82.



Используемые фракции щебня

Стандартные фракции щебня используемого в Российской Федерации:

Св. 80 мм

от 40 до 80 мм

от 20 до 40 мм

от 15 до 20 мм

от 10 до 15 мм

от 5 до 10 мм

Стандартные фракции щебня используемого в Европе:

Св. 56
мм

от 45
до 56 мм

от 32
до 45 мм

от 22
до 32 мм

от 16
до 22 мм

от 11
до 16 мм

от 8
до 11 мм

от 5
до 8 мм

от 2
до 5 мм

Основные фракции щебня, применяемые в Европе

Стандартные фракции щебня используемого в США согласно ASTM:

37,5

25,0

19,0

12,5

9,5

4,75

2,36

1,18

0,600

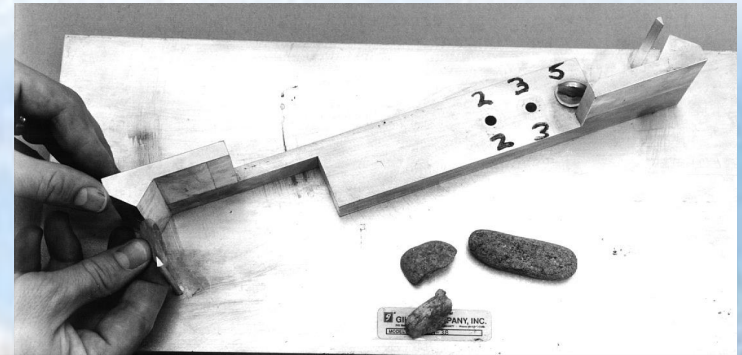
0,300

0,150

0,075

Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм

Содержание в щебне (гравии) зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм оценивают количеством зерен, толщина которых менее длины в три раза и более.



Наличие в щебне зерен пластинчатой и игловатой форм приводит к увеличению межзерновой пустотности в смеси. При содержании в асфальтобетонной смеси «лещадки» (более 15%), она при уплотнении катками ломается. В изломе покрытие становится водопроницаемым, неморозостойким и быстро разрушается.

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм

По требованиям ГОСТ 9128-2009 РФ содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в смеси фракций щебня и гравия не должно быть, более:

- 15% – для смесей типа А и высокоплотных;
- 25% – для смесей типов Б, Бх и высокопористых;
- 35% – для смесей типов В, Вх и пористых.

По требованиям TL Gestein-STB 04 ФРГ, определяется как показатель плоскостности по DIN EN 933 – 4. Определяемый по DIN EN 933 – 4 показатель плоскостности должен соответствовать следующим требованиям :

- $\leq 15\%$ – для дренирующего пористого асфальтобетона в качестве верхнего слоя покрытия;
- $\leq 20\%$ – для верхних и связующих слоев покрытий;

По требованиям PANK гв Финляндия определяемый по стандарту SFS-EN 933-3 должен соответствовать следующим требованиям:

- $\leq 10\%$
- $\leq 15\%$
- $\leq 20\%$

По требованиям СТО АВТОДОР 2.6 – 2013 РФ для верхних слоев покрытий не более 10%.

Определение содержания дробленых зерен в щебне из гравия

Содержание дробленых зерен в щебне из гравия оценивают количеством зерен, поверхность которых околота более чем наполовину.

Щебень из гравия по ГОСТ 8267-93 должен содержать дробленные зерна в количестве не менее 80 % по массе .

Форма зерен оказывает значительное влияние на сдвигоустойчивость асфальтобетона: чем меньше окатаны зерна щебня, тем выше сдвигоустойчивость. В связи с этим на федеральных дорогах Государственной компании АВТОДОР в асфальтобетонных смесях предназначенных для устройства верхних слоев покрытий не допускается применение недробленого гравия.



Кубовидная форма



Окатанная форма

В Германии доля дробленых зерен, определенная по DIN EN 933-5, включает полностью раздробленные (и частично) зерна и полностью скругленные зерна. В соответствии с TL Gestein-STB 04 для устройства верхних слоев покрытий доля дробленых зерен должна соответствовать следующим требованиям:

- ◆ доля полностью раздробленных и частично дробленных зерен - 90-100%;
- ◆ доля полностью скругленных зерен - 0 -1%.

Определение содержания пылевидных и глинистых частиц

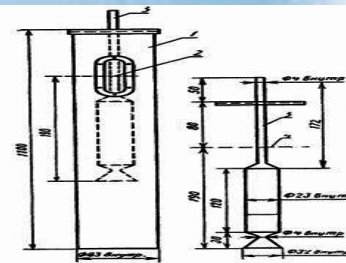
Метод отмучивания

Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне (гравии) определяют по изменению массы пробы после отмучивания пылевидных и глинистых частиц (размер частиц менее 0,05 мм).



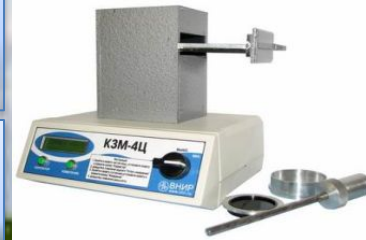
Пипеточный метод

Содержание пылевидных и глинистых частиц определяют путем выпаривания отобранной пипеткой пробы суспензии, полученной при промывке щебня (гравия), и взвешивания остатка.



Метод мокрого просеивания

Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне (гравии) определяют процеживанием через сито суспензии, полученной при промывке щебня (гравия), и вычислением разности в массе пробы до и после испытания.



Ускоренный фотоэлектрический метод

Метод основан на сравнении степени прозрачности чистой воды и суспензии, полученной при промывке щебня (гравия).

Содержание пылевидных и глинистых частиц в РФ

Количество глинистых и пылевидных частиц в щебне и гравии по распоряжению СТО АВТОДОР для устройства верхних слоев покрытий из ЦМА, плотных и высокоплотных не должно быть более 0,5 %. Для устройства нижних слоев покрытий следует применять щебень с содержанием пылевидных и глинистых частиц не более 0,8%. Большое содержание глинистых и пылеватых частиц ведет к уменьшению сцепления битума с наполнителем, а также способность глинистых частиц набухать в воде, что сказывается на физико-механических свойствах асфальтобетона.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в Европе

В Германии количество глинистых и пылевидных частиц (содержание мелочи в зернистых фракциях) определяется по стандарту DIN EN 933-1 в соответствии с требованиями TL Gestein-StB 04 для устройства верхних слоев покрытий должно быть не более 2%.

Виды песка и его применение в дорожном строительстве

Песок – осадочная горная порода, а также искусственный материал, состоящий из зерен горных пород. Очень часто состоит из почти чистого минерала кварца (вещество – диоксид кремния).

Природный песок – рыхлая смесь зерен крупностью до 5 мм образовавшаяся в результате разрушения твёрдых горных пород

Искусственный песок – рыхлая смесь зерен, получаемая дроблением твердых и плотных горных пород.

Виды песка

Речной песок — это строительный песок, добытый из русла рек, отличающийся высокой степенью очистки и отсутствием посторонних включений, глинистых примесей и камушков.

Карьерный мытый песок — это песок, добытый в карьере путём промывки большим количеством воды, в результате чего из него вымывается глина и пылевидные частицы.

Карьерный сеяный песок — это добытый в карьере просеянный песок, очищенный от камней и больших фракций. Карьерный сеяный песок широко применяется при производстве раствора для кладки, штукатурных и фундаментных работ. А также в приготовлении асфальтобетонных смесей.

Строительный песок— Согласно ГОСТ 8736-93 строительный песок — это неорганический сыпучий материал с крупностью зёрен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород и получаемый при разработке песчаных и песчано-гравийных месторождений без использования или с использованием специального обогащательного оборудования.



Широко используется в составе строительных материалов, для намывки участков под строительство, для пескоструйной обработки, при возведении дорог, насыпей, в жилищном строительстве для обратной засыпки, при благоустройстве дворовых территорий, при производстве раствора для кладки, штукатурных и фундаментных работ, используется для бетонного производства.

Классификация песка по способу получения

Песок из отсевов дробления —
Неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, полученный при производстве щебня.

Обогащенный песок из отсевов дробления —
Неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, улучшенным зерновым составом и меньшим содержанием зерен слабых пород и пылевидных и глинистых частиц, полученный с использованием специального оборудования.

Фракционированный песок из отсевов дробления -
Песок, разделенный на две или более фракции, полученный с использованием специального оборудования.

Щебень из отсевов дробления -
Неорганический зернистый сыпучий материал с крупностью зерен более 5 мм, извлекаемый из отсевов дробления горных пород, гравия и валунов путем отсева.

Пылевидная составляющая (каменная мука) из отсевов дробления -
Неорганический сыпучий материал с крупностью зерен от 0,16 мм и менее, полученный при отсевах песков на узкие фракции или из аспирационных систем предприятия при их очистке и применяемый в качестве наполнителя при производстве строительных и других материалов.

Песок, обогащенный песок и фракционированный песок характеризуют следующими показателями качества:

- ❖ зерновым составом и модулем крупности (для песка и обогащенного песка);
- ❖ содержанием пылевидных и глинистых частиц, в т.ч. глины в комках;
- ❖ маркой по дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре, определяемой маркой по дробимости щебня фракции от 5 до 10 мм;
- ❖ формой зерен, определяемой по фракции от 2,5 до 5 мм.

Щебень характеризуют следующими показателями качества:

- ❖ зерновым составом;
- ❖ содержанием пылевидных и глинистых частиц, в т.ч. глины в комках;
- ❖ маркой по дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре;
 - ❖ формой зерен;
- ❖ содержанием зерен слабых пород.

Пылевидную составляющую характеризуют химическим составом и влажностью.

Песок из отсевов дробления

Песок из отсевов дробления – неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, получаемый из отсевов дробления горных пород при производстве щебня и из отходов обогащения руд черных и цветных металлов и неметаллических ископаемых и других отраслей промышленности.



Материалы из отсевов дробления получают в виде песка, обогащенного песка, фракционированного песка, щебня и пылевидной составляющей (каменной муки).

Песок из отсевов дробления в зависимости от значений нормируемых показателей качества (зернового состава, содержания пылевидных и глинистых частиц) подразделяют на два класса:

I класс - очень крупный (песок из отсевов дробления), повышенной крупности, крупный, средний и мелкий;

II класс - очень крупный (песок из отсевов дробления), повышенной крупности, крупный, средний, мелкий, очень мелкий, тонкий и очень тонкий.

Пески из отсевов дробления в зависимости от прочности горной породы и гравия разделяют на марки.

Изверженные и метаморфические горные породы должны иметь предел прочности при сжатии не менее 1000, из гравия и валунов – не ниже 600, из карбонатных пород - не менее 400.

Нормируемые показатели свойств песка из отсевов дробления для дорожных конструкций

Показатели свойств песка из отсевов дробления в соответствии с требованиями ГОСТ 31424-2010, РФ

- Модуль крупности;
- Содержание пылевидных и глинистых частиц;
- Содержание глины в комках;
- Содержание глины по набуханию в цилиндре;
- Марка по морозостойкости;
- Плотность истинная;
- Плотность насыпная;
- Полный остаток на сите №063;
- Содержание зерен крупностью свыше 10 мм ;
- Содержание зерен крупностью свыше 5 мм ;
- Содержание зерен крупностью менее 0,16 мм

Показатели свойств мелкого заполнителя в соответствии с требованиями европейских нормативов (TL Gestein-StB04: 2004 ФРГ; PANK ry Финляндия; по методике ASTM США)

- Доля мелочи;
- Содержание пылевидных частиц;
- Содержание воды в иногородных наполнителях ;
- Коэффициент текучести;
- Содержание грубых органических включений;
- Плотность средняя;
- Плотность насыпная;
- Водопоглощение;
- Органические примеси;

Определение глины в комках в песке из отсевов дробления

Сущность метода заключается в определении содержания глины в комках путем отбора частиц, отличающихся от зерен песка вязкостью.

Содержание комков глины в пробе песка «Гл» в процентах вычисляют по формуле:

$$Гл = \frac{Гл_{2,5} \cdot a_{2,5} + Гл_{1,25} \cdot a_{1,25}}{100},$$

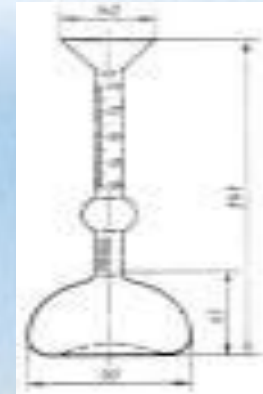
По распоряжению СТО АВТОДОР 2.6 –2013 в составе щебеночно-мастичных, плотных и высокоплотных асфальтобетонных смесей для устройства верхних слоев покрытий следует применять песок из отсевов дробления по ГОСТ 31424-2010 с содержанием глины в комках - не допускается.



Определение глины по набуханию в цилиндре в песке из отсевов дробления

Сущность метода заключается в определении величины приращения объема глинистых частиц в течение не менее 24 ч с момента отстаивания и расчета содержания глинистых частиц по средней величине приращения объема.

Метод распространяется на природные пески и пески из отсевов дробления горных пород, из шлаков черной и цветной металлургии и фосфорных шлаков, применяемые для дорожного строительства.



По распоряжению СТО АВТОДОР 2.6 – 2013 в составе щебеночно-мастичных, плотных и высокоплотных асфальтобетонных смесей для устройства верхних слоев покрытий следует применять песок из отсевов дробления по ГОСТ 31424-2010 с содержанием глины по набуханию в цилиндре не более: для метаморфических и изверженных пород – 0,4%, для осадочных пород – 0,1%.

Природный песок

Природный песок – неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород и получаемый при разработке песчаных и песчано-гравийных месторождений без использования или с использованием специального обогатительного оборудования.

По минеральному составу природный песок различают:

Кварцевые пески— материал, получаемый дроблением и рассевом молочно-белого кварца.

Обладает высокой стойкостью к механическим, химическим, атмосферным воздействиям. Применяется в производстве декоративно-отделочных материалов, в фасадных и интерьерных штукатурках, ландшафтном дизайне.

Полевошпатовые пески, образующиеся при разрушении кислых магматических пород, неустойчивы, они свойственны пустынным и полярным областям, в которых преобладает физическое выветривание; распространены в значительно меньшей степени, чем кварцевые пески.

Известковые и гипсовые пески связаны с исходными породами. В континентальных условиях они приурочены к засушливой зоне, в море образуются за счет разрушения берегов, сложенных известняками и гипсами.



Основные параметры и область применения природного песка

Размеры частиц песка характеризуются модулем крупности, который рассчитывают после просеивания песка через сита, размером 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14. По крупности песок строительный подразделяется на:

- ❖ Крупный — модуль крупности 3,5-2,5
- ❖ Средний — модуль крупности 2,5-2
- ❖ Мелкий — модуль крупности 2-1,5
- ❖ Очень мелкий — модуль крупности менее 1,5



Природный песок используется практически при любых строительных работах. Основные сферы применения природного песка:

- ❖ Использование в качестве насыпного грунта для выравнивания рельефа участка строительства;
- ❖ Формирование песчаной подушки искусственного основания под фундаменты при природных неустойчивых грунтах;
- ❖ Подсыпка выравнивающего слоя под фундаменты;
- ❖ В качестве мелкого заполнителя при приготовлении цементобетонов, асфальтобетонов и строительных растворов.

По распоряжению ГК «Российские автомобильные дороги» от 19 июля 2013 г., природный песок следует применять (только в высокоплотных и плотных смесях типа А) по ГОСТ 8736 I класса с модулем крупности не менее $M_k = 2$ в сочетании с песком из отсевов дробления в соотношении не ниже 1:1. Содержание глины в комках не допускается.

Минеральный порошок

Материал, полученный при помоле горных пород или твердых отходов промышленного производства.

Виды минерального порошка

Порошок минеральный активированный: Материал, полученный при помоле горных пород или твердых отходов промышленного производства с добавлением активирующих веществ, при помоле битуминозных пород, в том числе горючих сланцев.

Активирующие вещества: Смесь поверхностно-активных веществ (ПАВ) или продуктов, содержащих ПАВ, с битумом, рационально подобранная применительно к химической природе сырья для производства минерального порошка.

Порошок минеральный неактивированный: - это наполнитель, получаемый путем дробления, помола и последующей сушки карбонатных минералов.

порода карбонатная: Осадочная порода, состоящая более чем на 50 % из одного или нескольких карбонатных минералов, например известняков, доломитов и переходных между ними разновидностей.

Порошковые отходы промышленного производства:

Отходы промышленного производства, не требующие измельчения, например золы-уноса и золошлаковые смеси тепловых электростанций, пыль уноса цементных заводов, металлургические шлаки и др.



Марки и сорта минерального порошка

Минеральные порошки подразделяют на две основные марки - МП-1 и МП-2.

Минеральный порошок МП-1 может быть активированным или неактивированным и получается путем размола карбонатных пород, а также битуминозного сырья.

Минеральный порошок МП-2 производится из некарбонатных пород, а также из вторичных отходов промышленного производства - металлургических шлаков, золы уноса ТЭЦ, цементной пыли уноса и др.

Сорта минерального порошка :

1 сорт - получают помолом карбонатных пород точной фракции 300-315 мкм.

2 сорт - Получают переработкой отходов основного производства карбонатных пород фракции 300-800 мкм с включениями.

Область применения минеральных порошков

Марка минерального порошка	Вид минерального порошка	Область применения
МП-1	Активированный и неактивированный из карбонатных горных пород	Смеси асфальтобетонные по ГОСТ 9128-2009, Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные по ГОСТ 31015-2002, Смеси органоминеральные по ГОСТ 30491-97
МП-2	Из некарбонатных горных пород и твердых отходов промышленного производства	Смеси асфальтобетонные по ГОСТ 9128-2009 марок II и III, смеси органоминеральные по ГОСТ 30491-97
	Порошковые отходы промышленного производства	Смеси асфальтобетонные по ГОСТ 9128-2009 марки III, смеси органоминеральные по ГОСТ 30491-97

Нормируемые показатели свойств минерального порошка для дорожных конструкций

Показатели свойств минерального порошка в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52129-2003, РФ

- Зерновой состав;
- Пористость;
- Набухание образцов из смеси порошка с битумом ;
- Гидрофобность;
- Плотность истинная;

Показатели свойств минерального порошка в соответствии с требованиями европейских нормативов (TL Gestein-StB04: 2004 ФРГ; PANK ry Финляндия; по методике ASTM США)

- Зерновой состав;
- Пористость сухого уплотненного порошка ;
- Влажность ;
- Плотность истинная;

**РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТИПЫ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ
И ВЯЖУЩЕГО В РАЗЛИЧНЫХ СЛОЯХ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СУММАРНОГО КОЛИЧЕСТВА ПРИЛОЖЕНИЯ
РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ**

□ N _p , млн	Верхний слой основания		Нижний слой покрытия			Верхний слой покрытия	
	<i>А/б пористый к/з на</i>	<i>А/б плотный тип Б на</i>	<i>А/б пористый к/з на</i>	<i>А/б плотный тип А на</i>	<i>А/б плотный тип Б на</i>	<i>А/б плотный тип А на</i>	<i>ЩМА на</i>
□ 2,0	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90
2,1-3,0	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90
3,1-5,0	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90,	БНД 60/90
5,1-7,0	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90, ПБВ 40	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90, ПБВ 40, РБВ	БНД 60/90, ПБВ 40
7,1-10,0	БНД 60/90	БНД 60/90	БНД 60/90, ПБВ 40	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90, БНД 40/60	БНД 60/90, ПБВ 40, РБВ	БНД 60/90, ПБВ 40

**МАРКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ, ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАГРУЗКИ И НАЗНАЧЕНИЯ СЛОЯ
(НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ ГЕРМАНИИ ZTV ASPHALT-STB 07)**

<i>Строительные классы/Вид покрытия</i>	<i>А/б несущий слой</i>	<i>А/б связующий слой</i>	<i>А/б несущий слой покрытия</i>	<i>Слой покрытия из</i>			
				<i>А/б</i>	<i>ЩМА</i>	<i>Литого а/б</i>	<i>Дренирующе го а/б</i>
<i>SV и I</i>	50/70 (30/45)	ПБВ 45 30/45 (ПБВ 25)	-	-	ПБВ 45	20/30 (ПБВ 25)	ПБВ 40
<i>II</i>				ПБВ 45		20/30 ПБВ 45	
<i>III</i>				ПБВ 45 50/70	ПБВ 45 50/70		
<i>IV</i>	70/100 (50/70)	50/70	70/100	50/70	50/70	30/45	-
<i>V</i>	70/100	-		50/70 70/100	70/100		
<i>VI</i>				70/100			
<i>Велосипедные и пешеходные дорожки</i>	70/100	-		70/100	70/100		