

*РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ*

*Требования к нежестким дорожным  
одеждам автомобильных дорог  
Государственной компании  
«Российские автомобильные дороги»*

# ПЛАН СЕМИНАРА

## I занятие

Предпосылки и актуальность разработки СТО АВТОДОР 2.6-2013

Основные требования к органическим вяжущим веществам (битумам и ПБВ)

## II занятие

Требования к качеству минеральных материалов, регламентируемых на территории РФ и в зарубежных странах

## III занятие

Типы асфальтобетонов, применяемые в конструктивных слоях дорожной одежды автомобильных дорог, находящихся в ведомстве ГК «Автодор»

Особенности приготовления асфальтобетонных смесей по отечественным и зарубежным нормативно-техническим документам

## IV занятие

Физико-механические показатели, определяющие качество асфальтобетона на территории РФ и в зарубежных странах

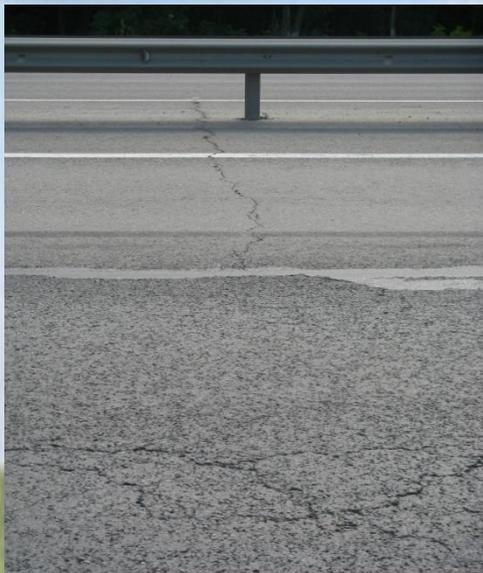
Зарубежные методы испытаний асфальтобетона

# Протяжённость автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием в мире(тыс. км.)

	США	Евросоюз (EU28)	Китай	Япония	Российская Федерация
Автомобильные дороги с асфальтобетонным покрытием	7,713	4,801	1,701	1,172	610

# Дефекты выявленные в 2010г. на участках автомобильной дороги М-4 «ДОН»

Сетка трещин (км1132-км1134)



Поперечная трещина (км347-км349)



Шелушение (км377-км379)



Выпотевание (км1154-км1156)



Выбоина (км964-км965)



# Влияние сети автомобильных дорог на экономику страны

## Плюсы при развитии

- увеличение индивидуальной мобильности;
- ускоренное оказание медицинской помощи;
- улучшение национальной безопасности;
- уменьшение розничных цен;
- увеличение грузооборотов

## Минусы при застое

- РФ теряет ежегодно 3% ВВП;
- снижение качества инфраструктуры страны (Россия занимает 111 место в мире);
- по вине дорожных служб в РФ происходит ежегодно до 170 000 аварий;
- увеличение стоимости грузо- и пассажироперевозок;

# Компонентный состав асфальтобетонной смеси



## Минеральный материал

- щебень и щебень из гравия
- отсев дробления щебня
- природный песок
- минеральный порошок



## Органическое вяжущее

- для приготовления горячих асфальтобетонных смесей:
  - вязкий нефтяной дорожный битум;
  - битум нефтяной дорожный улучшенный;
  - полимерно-битумное вяжущее
- для приготовления холодных асфальтобетонных смесей:
  - жидкие битумы;
  - битумные эмульсии

# Органические вещества

## Вязкий дорожный битум

### марок:

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

## Жидкий дорожный битум:

- **быстрогустеющий**  
(БГ 25/40, БГ 40/70)
- **среднегустеющий**  
(СГ 15/25, СГ 25/40, СГ 40/70, СГ 70/130)
- **медленногустеющий**  
(МГ 15/25, МГ 25/40, МГ 40/70, МГ 70/130)

## Битумные эмульсии:

- **катионоактивные**  
(ЭБК-1, ЭБК-2, ЭБК-3)
- **анионоактивные**  
(ЭБА-1, ЭБА-2, ЭБА-3)

## Модифицированный битум

**Устойчивость к  
высоким летним  
температурам  
(теплостойкость)**

**Наличие  
эластичных  
свойств и  
высокая  
устойчивость  
к процессам  
старения**

**Идеальное  
органическое  
вяжущее**

**Высокая  
прочность  
сцепления с  
поверхностью  
каменных  
материалов  
(адгезия)**

**Наличие уруго-  
пластичных свойств  
при отрицательных  
температурах  
(трещиностойкость)**

# Состав и структура вязкого дорожного битума

## Элементный химический состав битума:

- Углерод 80-89%
- Водород 7-8,5%
- Сера 1-8,5%
- Азот 1-3%
- Кислород 3-5%

## Групповой состав битума:

- **Масла** - придают подвижность и текучесть (45-60% по массе).
- **Смолы** - придают битумам вязкие свойства и пластичность (20-40% по массе).
- **Асфальтены** - придают твердость и повышают температуру размягчения битумов (не более 25% по массе).
- **Карбены и карбойды** - придают вязкость и хрупкость битумам (1-3% по массе).
- **Асфальтогеновые кислоты и их ангидриды** - способствуют стабилизации коллоидной структуры битумов и их высокой адгезии к поверхности минеральных материалов (не более 3% по массе).

# Классификация битумов по способу производства

**Остаточные**

**Концентрирование тяжёлых нефтяных остатков путём перегонки под вакуумом**

**Окисленные**

**Окисление кислородом воздуха различных тяжёлых нефтяных остатков**

**Компаундированные**

**Смешение остаточных или окисленных битумов и различных тяжёлых нефтяных остатков**

# 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 <sup>2</sup> /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 <sup>3</sup> , 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 <sup>2</sup> /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 <sup>2</sup> /с, не менее	230	295
Растворимость, % масс., не менее	99	99
Плотность при 25°C г/см <sup>3</sup> , 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 <sup>2</sup> /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

# Недостатки вязких дорожных битумов

- Низкая устойчивость к высоким летним температурам (КиШ 50-51°C, однако покрытие может прогреться и до 70°C);
- Повышенная хрупкость при низких температурах ( $T_{хр} = -15-(-20)^\circ\text{C}$ , хотя в зимних условиях температура верхних слоев дорожной одежды может достигать  $-30^\circ\text{C}$ );
- Интенсивное старение битума в процессе приготовления и укладки асфальтобетонных смесей;
- Недостаточная прочность сцепления относительно поверхности минеральных материалов;
- Отсутствие эластических свойств;
- Отсутствие параметров, отражающих поведение битума в составе асфальтобетона при эксплуатации.

# Полимерно-битумные вяжущие

**Полимерно-битумные вяжущие (ПБВ)** – это вяжущие приготовленные на вязком дорожном битуме с добавлением полимерных модификаторов, преимущественно СБС, и поверхностно-активных веществ.

## Способы приготовления ПБВ:



К вязкому дорожному битуму добавляют пластификатор, чаще индустриальное масло для получения более жидкой среды и затем полимерный модификатор

Первоначально используется более жидкое нефтяное сырье в которое вводится полимерный модификатор

## Недостатки технологии приготовления ПБВ при применении пластификаторов:

- Отсутствие термодинамической устойчивости из-за нарушение компонентного состава битума;
- Снижение когезионной прочности и его модуля упругости;
- Снижение жесткости асфальтобетона и его модуля упругости, ухудшение устойчивости к колееобразованию

# Модификаторы применяемые для приготовления полимерно-битумных вяжущих

**Термопластичные эластомеры**  
(СБС, Элвалой, бутадиен стирольный каучук)

**Термопластичные пластомеры**  
(этилен-винил-ацетат, полипропилен, полиэтилен)

**Химические модификаторы**  
(сера, металлсодержащие соединения)

**Резиносодержащие полимеры**

# Микроскопическая структура модификаторов в битуме

20  $\mu\text{m}$

Не модифицированный  
остаточный битум

20  $\mu\text{m}$

Окисленный

20  $\mu\text{m}$

SBR

20  $\mu\text{m}$

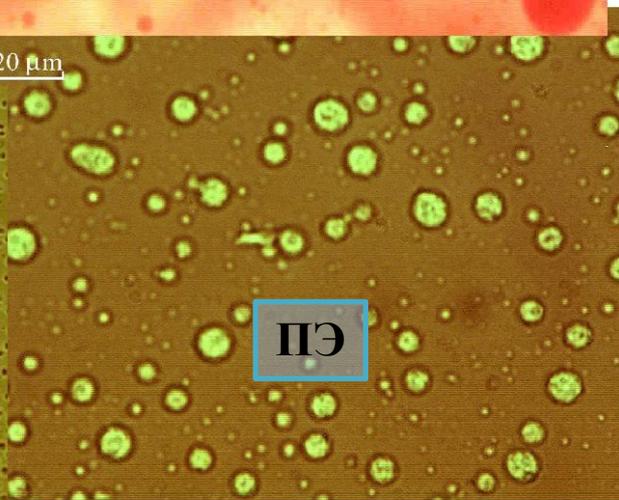
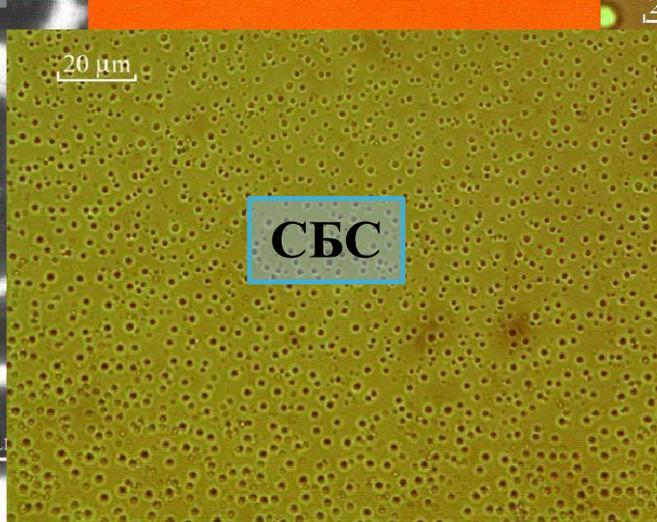
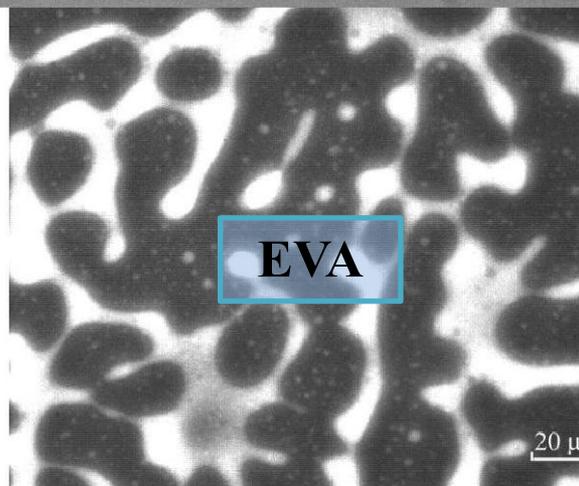
EVA

20  $\mu\text{m}$

СБС

ПЭ

20  $\mu\text{m}$



# Результаты испытаний ПБВ различных производителей на соответствие требованиям ГОСТ Р 52056-2003

Наименование показателя	Норма для вяжущего марки	Фактические показатели пробы			
	ПБВ 60	Альфабит 60	ПБВ 60 Рязанский НПЗ	ПБВ 60 Полигум	ПБВ 60 Техпрогресс
1 Глубина проникания иглы, , не менее, при температуре 25 °С 0 °С	60	76	73	62	75
	32	34	33	34	32
2 Растяжимость, см, не менее, при температуре 25 °С 0 °С	25	80	62	78	78
	11	45	42	15	22
3 Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	54	77	70	82	62
4 Температура хрупкости по Фраасу, °С, не выше	-20	-21	-22	-30	-22
5 Эластичность, %, не менее, при температуре 25 °С 0 °С	80	95	94	96	86
	70	72	72	75	74
6 Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более (по абсолютной величине)	5	3	4	3	4
7 Температура вспышки, °С, не ниже	230	278	270	295	275
8 Сцепление с мрамором или песком	Выдерживает по контрольному образцу № 2				
9 Однородность	Однородно	Однородно	Однородно	Однородно	Однородно

# Дополнительные методы контроля ПБВ в зарубежье

## Контроль температурной деградации (180°C, 24ч)

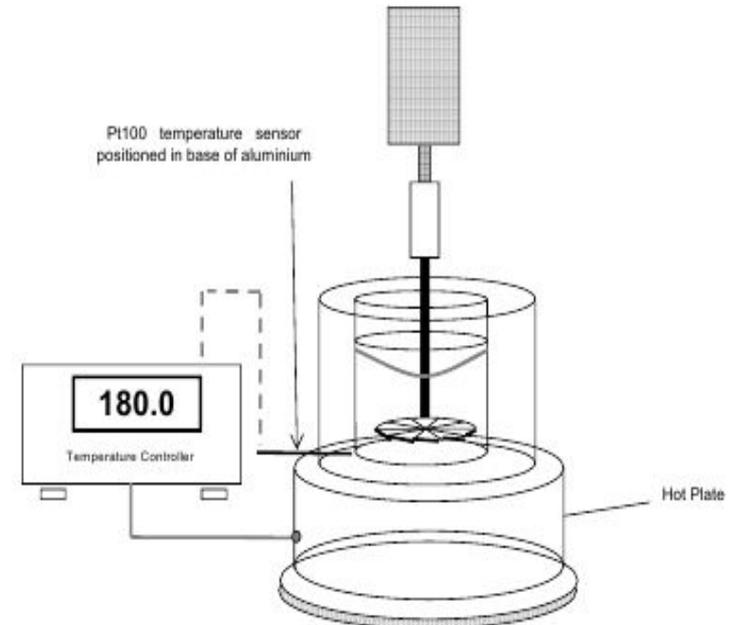
Устойчивость при хранении битума,  
модифицированного полимерами – согласно  
испытанию в алюминиевой трубке



ПБВ:  
Термостабильный при хранении и  
гомогенный  
Метод «кольца и шара» после  
разделения образца – отсутствуют  
различия  
( < 2,0 °C )

Разделение образца

Не стабильное состояние ПБВ



## Стабильность при хранении (180°C, 24ч)

# Устойчивость к старению вяжущего по методике RTFOT



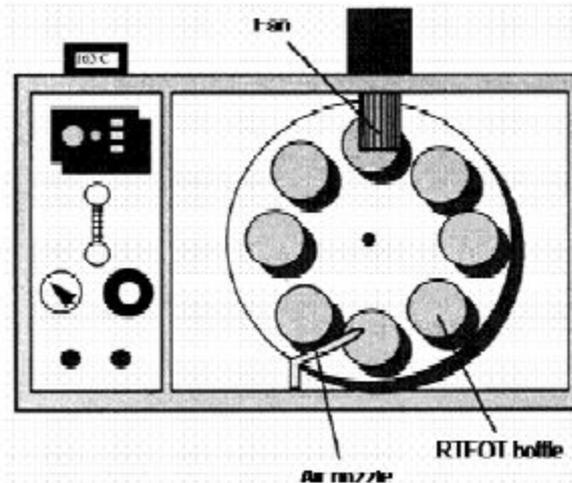
Устойчивость к старению  
(163°C, 75 мин., 4000  
мл/мин.)

Изменение массы:  $\leq 0,3$

Изменение температуры

размягчения:  $\leq 5$

Остаточная эластичность:  $\geq 80\%$



# Контроль динамической вязкости ротационным вискозиметром



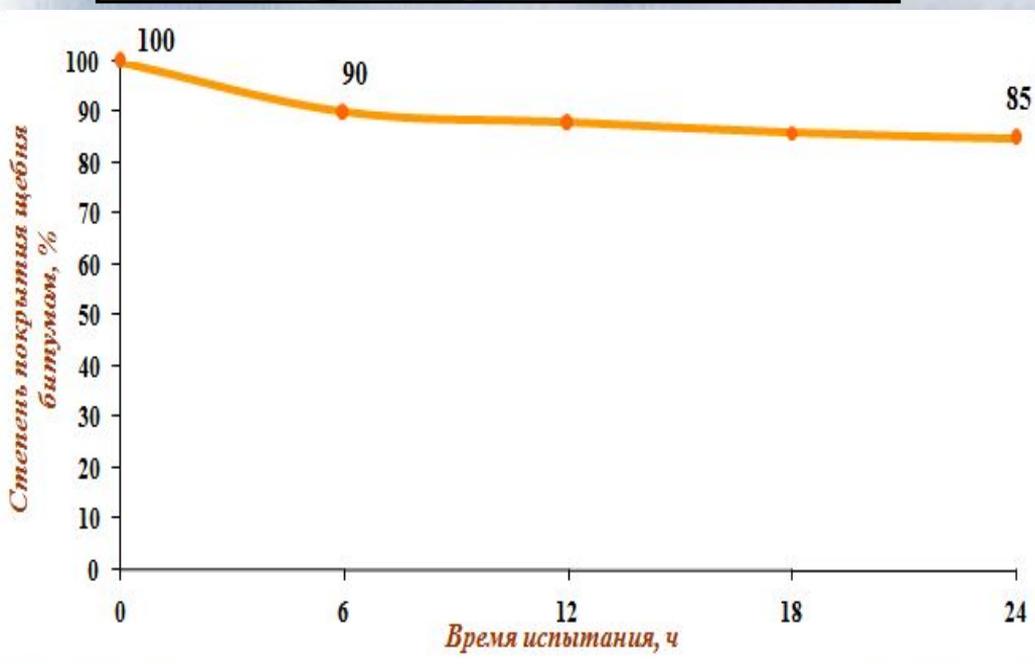
Температура испытания	Метод испытания	Значение Па·с
135	EN-13302:2010	2.1
160		0.65
180		0.32

**180°C – температура получения а/б смеси**

**160°C – температура укладки а/б смеси**

**135°C – минимальная температура для перекачивания насосом вязущего**

# 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 –  $\text{CaCO}_3$ ). 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

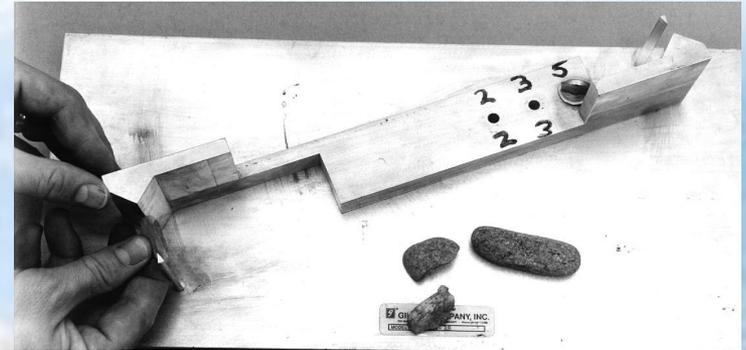
0,300

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

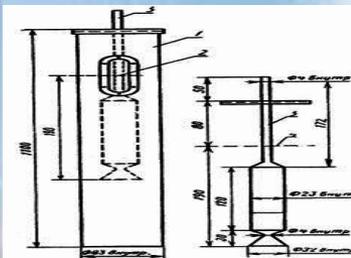
## Метод отмучивания

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:

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

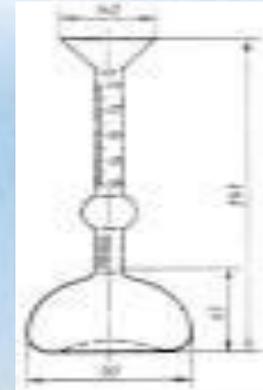
По распоряжению СТО АВТОДОР 2.6 –2013 в составе щебеночно-мастичных, плотных и высокоплотных асфальтобетонных смесей для устройства верхних слоев покрытий следует применять песок из отсевов дробления по ГОСТ 31424-2010 с содержанием глины в комках - не допускается.



# 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 <sub>p</sub> , 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		50/70	50/70	30/45	-	
<i>V</i>	70/100	-		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				