



---

**СИСТЕМА SUPERPAVE – это комплексная система проектирования составов асфальтобетонных смесей, с заданными эксплуатационными характеристиками покрытия с учетом транспортных нагрузок и климатических условий эксплуатации.**

---

**ОБЪЕМНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ – распространяется на плотные горячие асфальтобетонные смеси, смеси с открытым гранулометрическим составом и на смеси щебеночно-мастичные.**

---

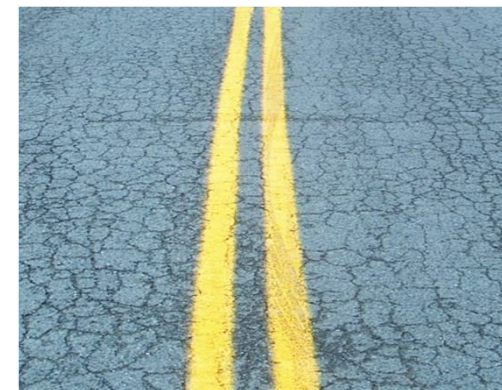


**СИСТЕМА СУПЕРПЭЙВ – позволяет решать такие проблемы как:**

- 1. Остаточная и пластическая деформация**

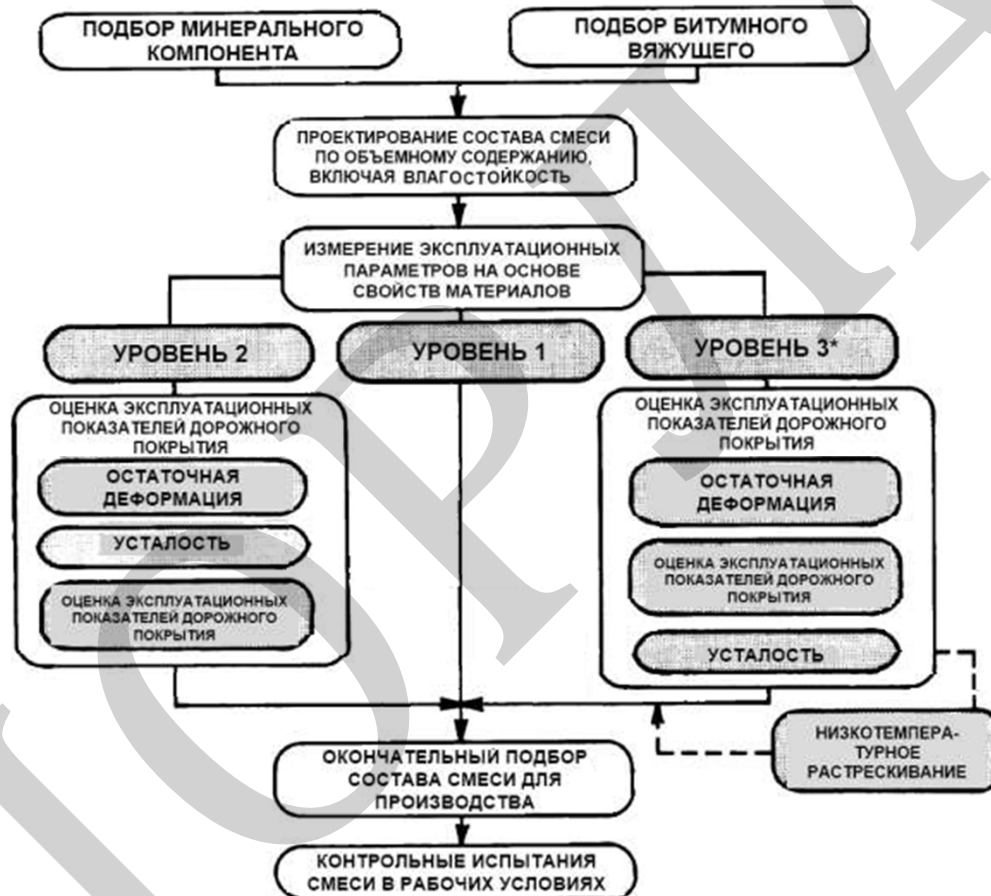


- 2. Низкотемпературное трещинообразование**



- 3. Усталостное трещинообразование**

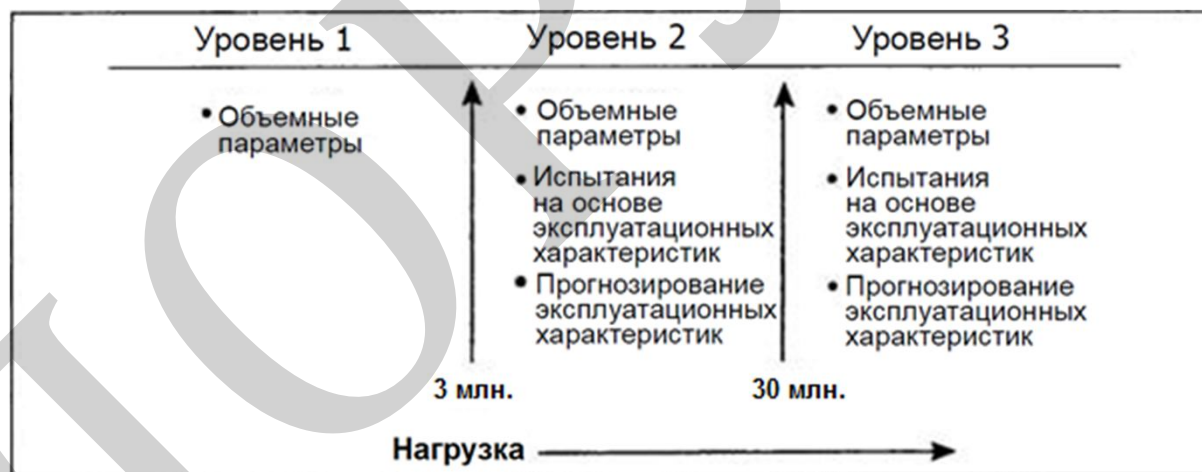






## Рекомендации по применению уровней проектирования

Уровни проектирования системы Суперпэйв	Проектная интенсивность движения при стандартной нагрузке 80 кН/ось
1 уровень	до 3 млн.
2 уровень	от 3 до 30 млн.
3 уровень	свыше 30 млн.







Выбрать минеральный компонент по следующим критериям технических условий:

- пределы по гранулометрическому составу;
- угловатость крупного минерального компонента;
- угловатость мелкого минерального компонента;
- глинистость;
- тонкие и продолговатые частицы (1-1).

Подготовить три или четыре пробных гранулометрических состава, определенных по контрольным точкам, созданным на 0,45 кривой максимальной плотности (1-3)

Рассчитать первоначальное пробное содержание битумного вяжущего для каждого пробного гранулометрического состава (Два образца уплотнены до проектного числа оборотов  $N_{design}$  по гранулометрическому составу = 6 или 8 образцам) (1-4)

Произвести оценку уплотненных пробных гранулометрических составов; подобрать проектную структуру минерального компонента; рассчитать предполагаемое проектное содержание битумного вяжущего. (1-5)

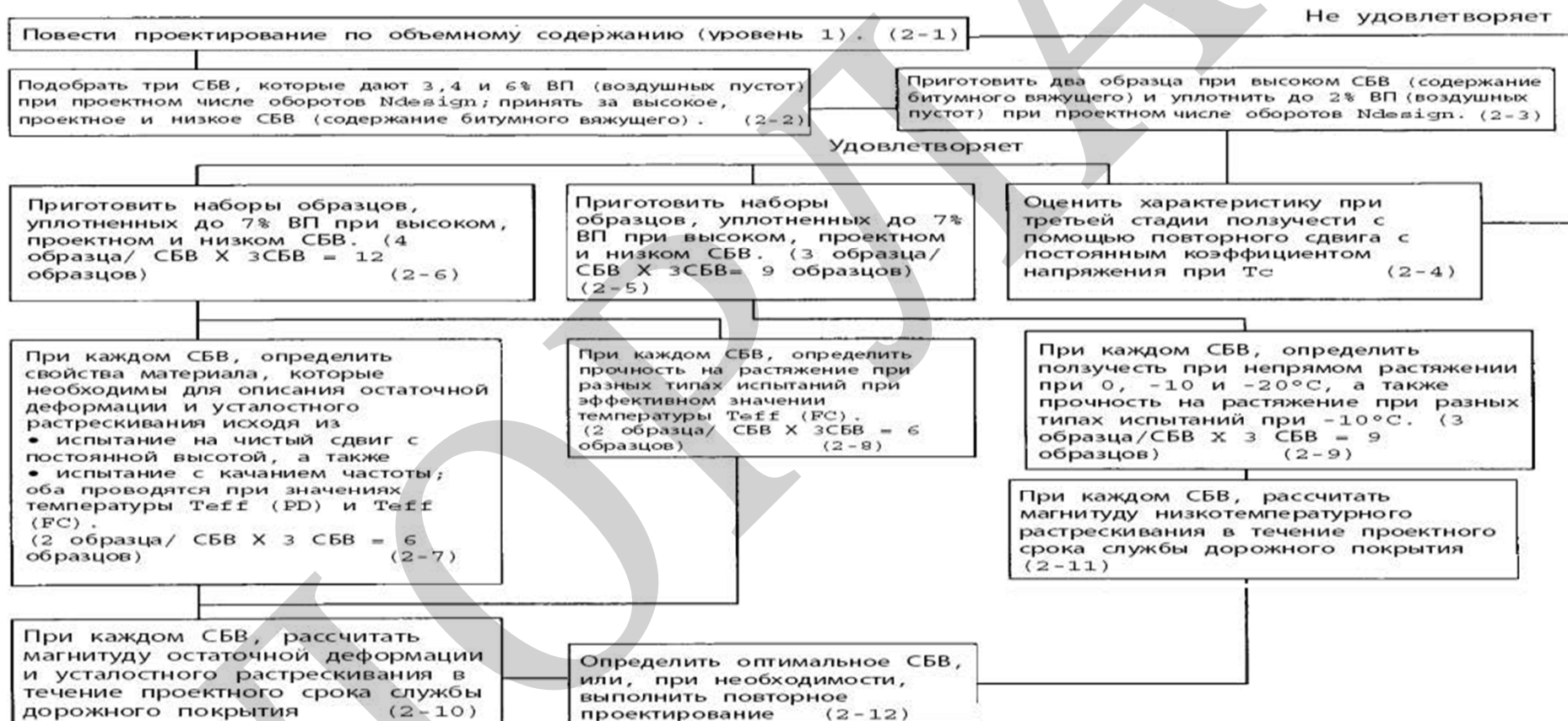
Определить чувствительность к влаге проектного содержания битумного вяжущего и спроектировать гранулометрический состав по методике AASHTO T 283 (Уплотнить 6 образцов при 7% ВП (воздушных пустот). Провести испытание на трех сухих и трех влажных.) (1-8)

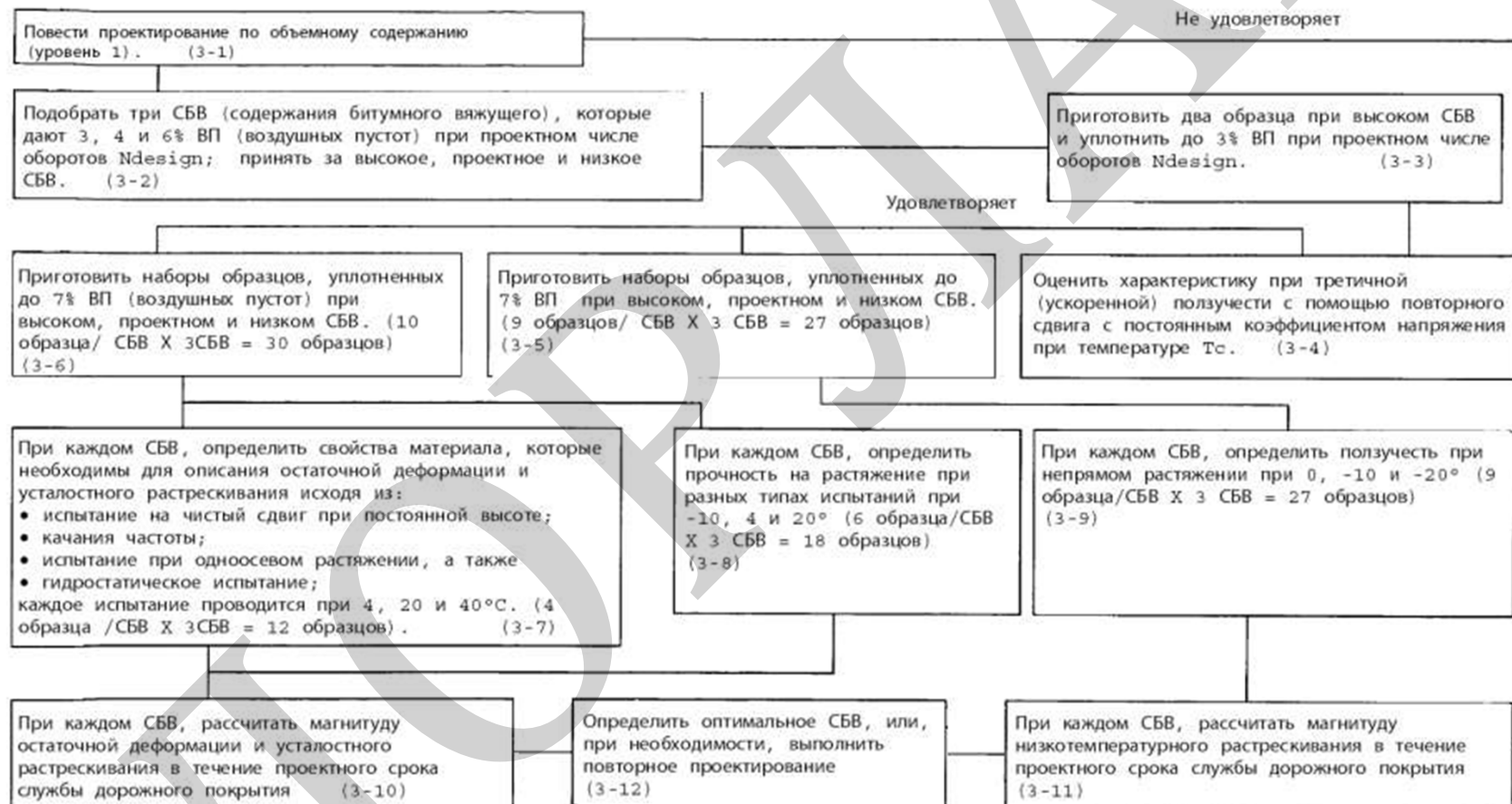
Подобрать проект СБВ (содержания битумного вяжущего), который удовлетворяет критериям по объемному содержанию при проектном числе оборотов  $N_{design}$ , максимальном числе оборотов  $N_{max}$  и начальном числе оборотов  $N_{init}$ . (1-7)

Выбрать марки битумного вяжущего на основании высоких и низких расчетных температур дорожного покрытия. (1-2)

Для оценки совместимости битум-минеральный компонент, провести опциональное испытание чистого поглощения. (2 образца) (1-2А)

Уплотнить образцы при 4 СБВ (содержания битумного вяжущего) примерно рядом с предполагаемым содержанием битумного вяжущего. (2 уплотненных образца согласно АС (битумному вяжущему) = 8 образцов) (1-6)









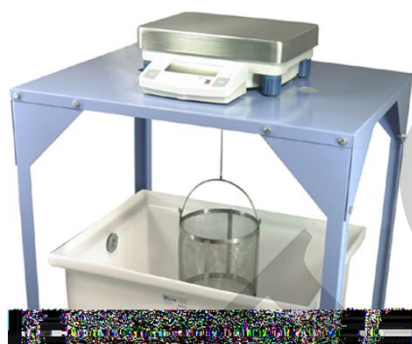
Зерновой состав



Количество пылеватых



Подготовка материалов



Абсорбция



Удельный вес



Стойкость к истиранию

# 9

## Испытания минеральных



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



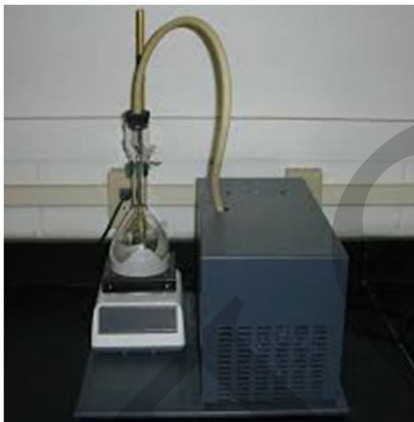
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО  
**РОСАВТОДОР**



Количество дроблёных частиц



Определение влажности



Удельный вес и абсорбция



Устойчивость к  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$



Объём пустот





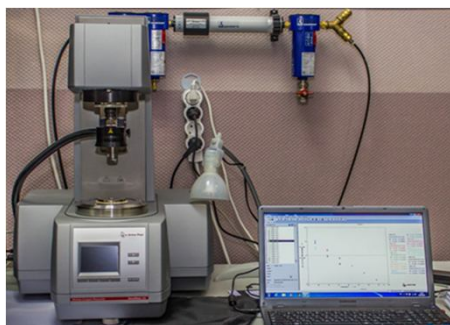
Номинальный максимальный размер минерального заполнителя – размер заполнителя, соответствующий размеру ячейки сита, которое на один размер больше первого сита, остаток минерального заполнителя на котором составляет более 10%.

Максимальный размер минерального заполнителя – размер заполнителя, который на один размер больше номинально максимального размера этого заполнителя.

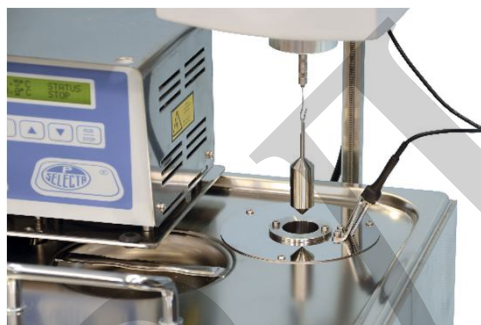
Крупнозернистый минеральный заполнитель – минеральный материал с размером частиц более 4,75 мм.

Мелкозернистый минеральный заполнитель – минеральный материал с размером частиц менее 4,75 мм.

Пылеватые частицы – частицы с размером менее 0,075 мм.



Сдвиговая устойчивость



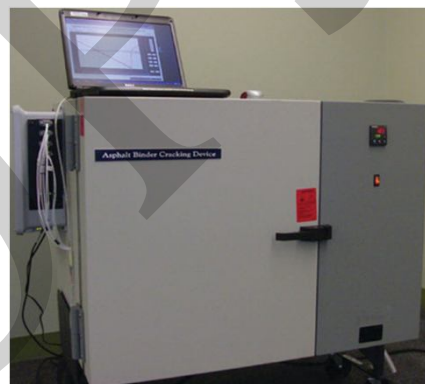
Динамическая вязкость



Температура вспышки



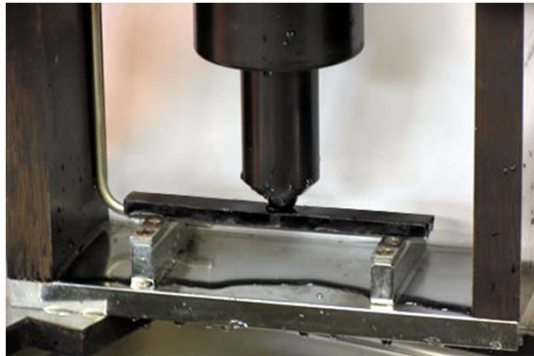
Метод старения RTFOT



Температура растрескивания



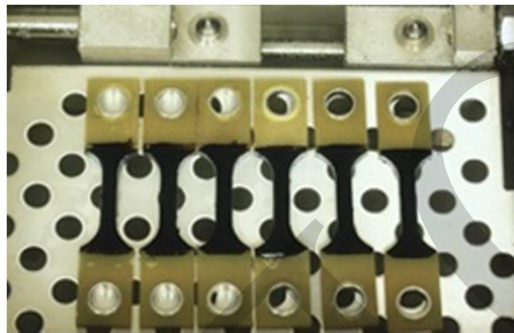
Метод старения PAV



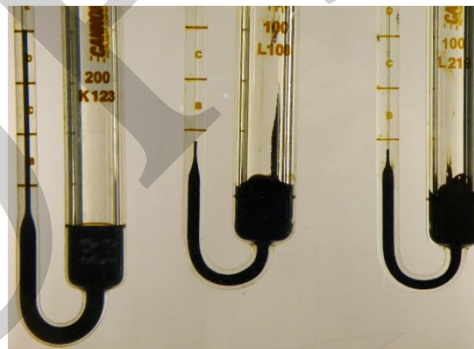
Устойчивость к ползучести



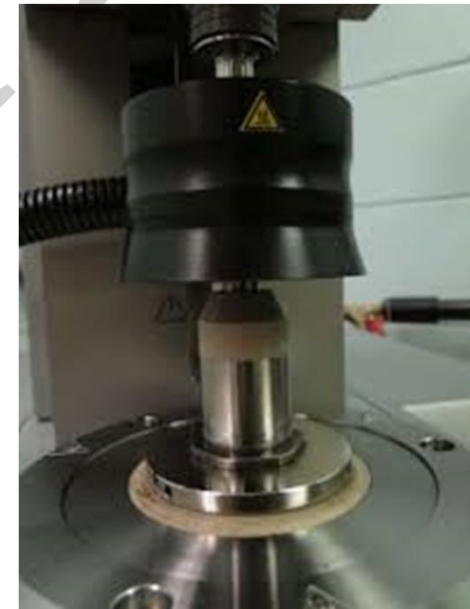
Пластичность



Деформация при разрушении



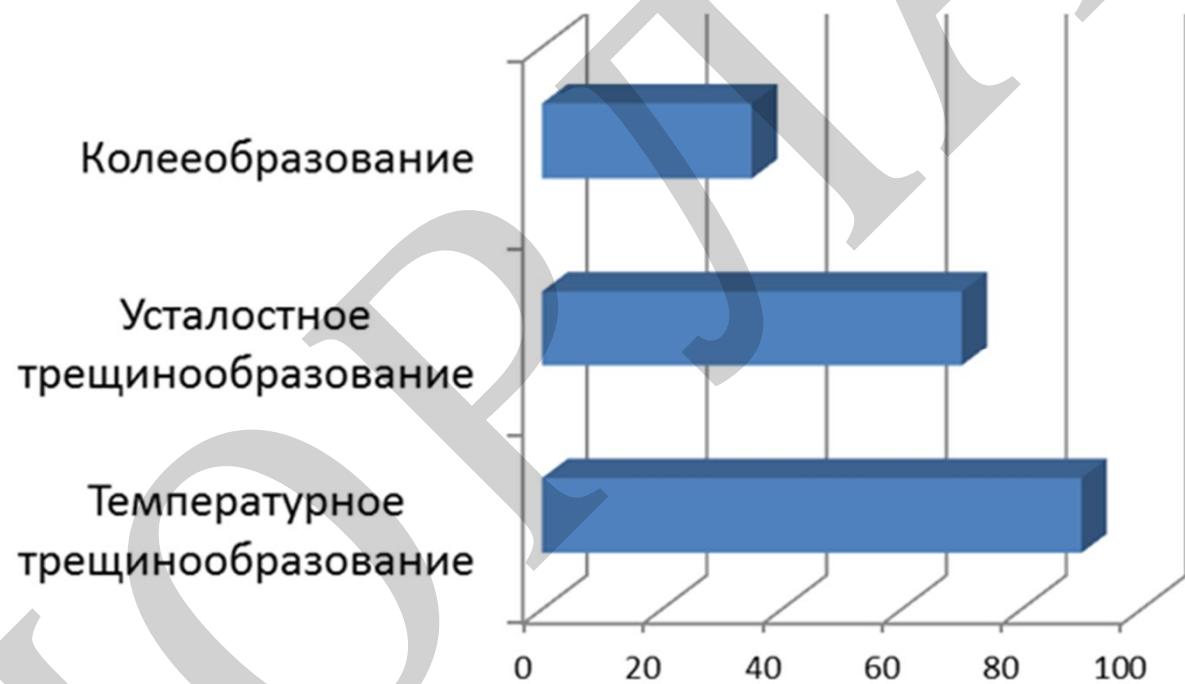
Вязкость



Упругое восстановление



## Сравнительная роль вяжущего в развитии дефектов покрытия



Расчетное воздействие битумного вяжущего, (%)



Сорт битумного вяжущего обозначается маркой «PG X-Y»,

где: X – расчётная максимальная температура покрытия

Y – расчётная минимальная температура покрытия

Определение максимальной температуры покрытия:

$$T = 54,32 + 0,78 \cdot T_{cp} - 0,0025(Lat)^2 - 15,14 \log_{10}(H + 25) + Z \cdot (9 + 0,61 \cdot s^2)^{0,5}$$

где: T - максимальная расчетная температура покрытия (°C);

$T_{cp}$  - средняя температура воздуха (°C);

Lat – географическая широта в градусах;

H – глубина от поверхности покрытия (мм);

Z – табличное значение стандартного нормального распределения, (Z= 2,055 для вероятности 98 %);

s – стандартное отклонение семидневных температур.

Для верхних слоев максимальная расчетная температура покрытия рассчитывается на глубине 20 мм (H=20).

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{cp})^2}{n - 1}}$$

где: n – количество лет наблюдений;

$T_{cp}$  - средняя температура;

$T_i$  – семидневная температура в (i-тый) год наблюдения.





### Определение минимальной температуры покрытия:

$$T_m = -1,56 + 0,72 \cdot T_{min} - 0,004(Lat)^2 + 6,26 \log_{10}(H + 25) - Z \cdot (4,4 + 0,52 \cdot s^2)^{0,5}$$

где:  $T_m$  - минимальная расчетная температура покрытия ( $^{\circ}\text{C}$ );

$T_{min}$  - средняя минимальная температура ( $^{\circ}\text{C}$ );

Lat – географическая широта в градусах;

H – глубина от поверхности покрытия (мм);

Z – табличное значение стандартного нормального распределения, (Z= 2,055 для вероятности 98 %);

s – стандартное отклонение минимальных температур.

Для верхних слоев минимальная расчетная температура рассчитывается на поверхности покрытия

(H=0).

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{min})^2}{n - 1}}$$

где n – количество лет наблюдений;

$T_{min}$  - средняя минимальная температура;

$T_i$  – самая низкая температура в (i-тый) год наблюдения.



СОРТ БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО	PG46-			PG52-						PG58-					PG64-						
	34	40	46	10	16	22	28	34	40	46	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	40
Среднерасчетная максимальная температура покрытия в течение 7 дней, °C <sup>a</sup>	<46			<52						<58					<64						
Минимальная расчетная температура покрытия, °C <sup>a</sup>	>-34	>-40	>-46	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-46	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40
<b>ИСХОДНОЕ ВЯЖУЩЕЕ</b>																					
Температура вспышки, T48: Миним. °C	230																				
Вязкость, ASTM D4402: <sup>b</sup> Максимальн., 3 кПа, т-ра испытаний, °C	135																				
Динамический сдвиг, TP5 <sup>c</sup> : G*/sinδ, миним., 1,00 кПа т-ра испытаний @ 10 рад/сек, °C	46			52						58					64						
<b>ПЕЧЬ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МЕТОДОМ RTFO (T240) ИЛИ ДЛЯ ТОНКОСЛОЙНЫХ ИСПЫТАНИЙ (T179)</b>																					
Макс. потеря массы, %	1,00																				
Динамический сдвиг, TP5: G*/sinδ, Миним., 2,20 кПа т-ра испытаний @ 10 рад/сек, °C	46			52						58					64						
<b>КАМЕРА ДЛЯ СТАРЕНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (КСД) (PP1)</b>																					
КСД Температура старения, °C <sup>d</sup>	90			90						100					100						
Динамический сдвиг, TP5: G*/sinδ, Максимальн., 5000 кПа т-ра испытаний @ 10 рад/сек, °C	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16
Физическое отверждение <sup>e</sup>	Отчет																				
Жесткость при ползучести, TP1: <sup>f</sup> S, Максимальн., 300 МПа, Величина m -, Миним., 0,300 т-ра испытаний @ 60сек, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30
Непосредственное испытание на растяжение, TP3: <sup>f</sup> Деформация разрушения, Миним., 1,0% т-ра испытаний @ 1,0 мм/мин, °C	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30



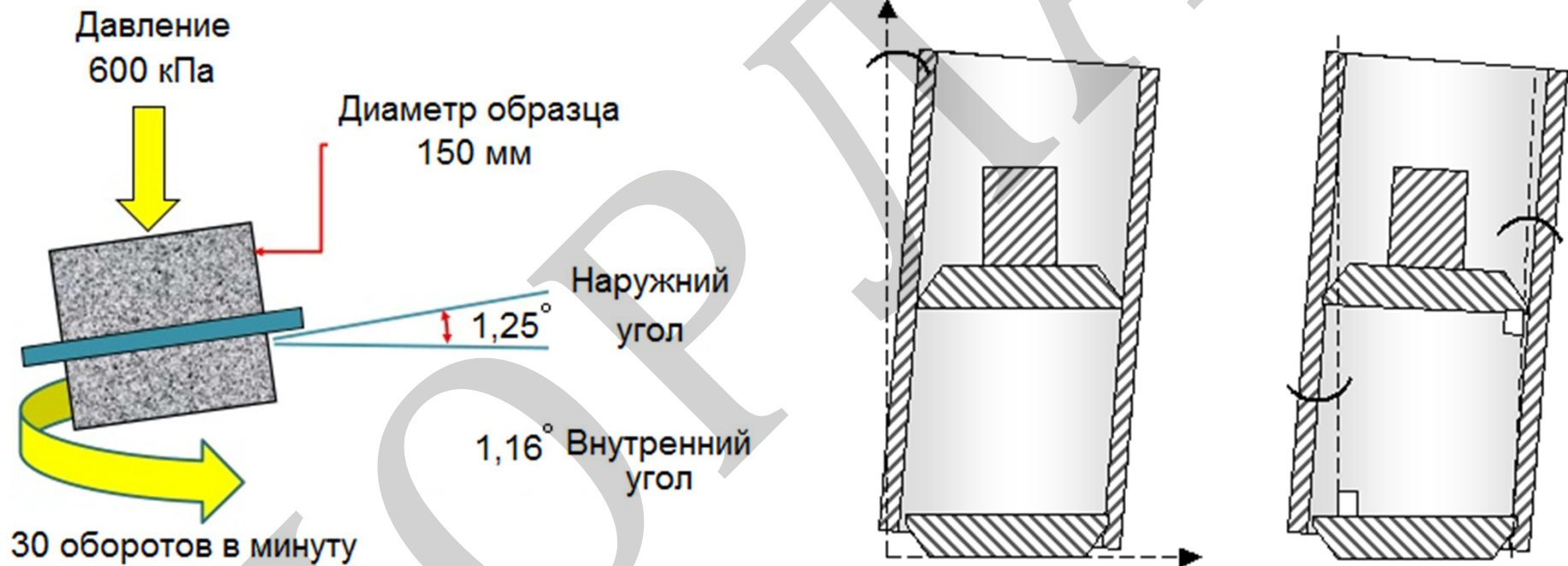
СОРТ БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО	PG 70-						PG76-						PG82-					
	10	16	22	28	34	40	10	16	22	28	34	10	16	22	28	34		
Среднерасчетная максимальная температура покрытия в течение 7 дней, °Сa	<70						<76						<82					
Минимальная расчетная температура покрытия, °С*	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34		
<b>ИСХОДНОЕ ВЯЖУЩЕЕ</b>																		
Температура вспышки, T48: Миним. °С							230											
Вязкость, ASTM D4402: <sup>3</sup> Максимальн. 3 кПа, т-ра испытаний, °С							135											
Динамический сдвиг, TP5: G*/sinδ, миним., 1.00 кПа т-ра испытаний @ 10 рад/сек, °С	70						76						82					
<b>ПЕЧЬ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МЕТОДОМ RTFO (T240)</b>																		
Макс. потеря массы, %							1.00											
Динамический сдвиг, TP5: <sup>4</sup> G*/sinδ, Миним., 2.20 кПа т-ра испытаний @ 10 рад/сек, °С	70						76						82					
<b>КАМЕРА ДЛЯ СТАРЕНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (КСД) (PP1)</b>																		
КСД Температура старения, °С <sup>d</sup>	100(110)						100(110)						100(110)					
Динамический сдвиг, TP5: G*/sinδ, Максимальн. 5000 кПа т-ра испытаний @ 10 рад/сек, °С	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28		
Физическое отверждение <sup>e</sup>	Отчет																	
Жесткость при ползучести, TP1: <sup>f</sup> S, Максимальн. 300 МПа. Величина m -, Миним., 0.300 т-ра испытаний @ 60сек, °С	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24		
Непосредственное испытание на растяжение, TP3: <sup>f</sup> Деформация разрушения, Миним., 1.0% т-ра испытаний @ 1.0 мм/мин, °С	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24		



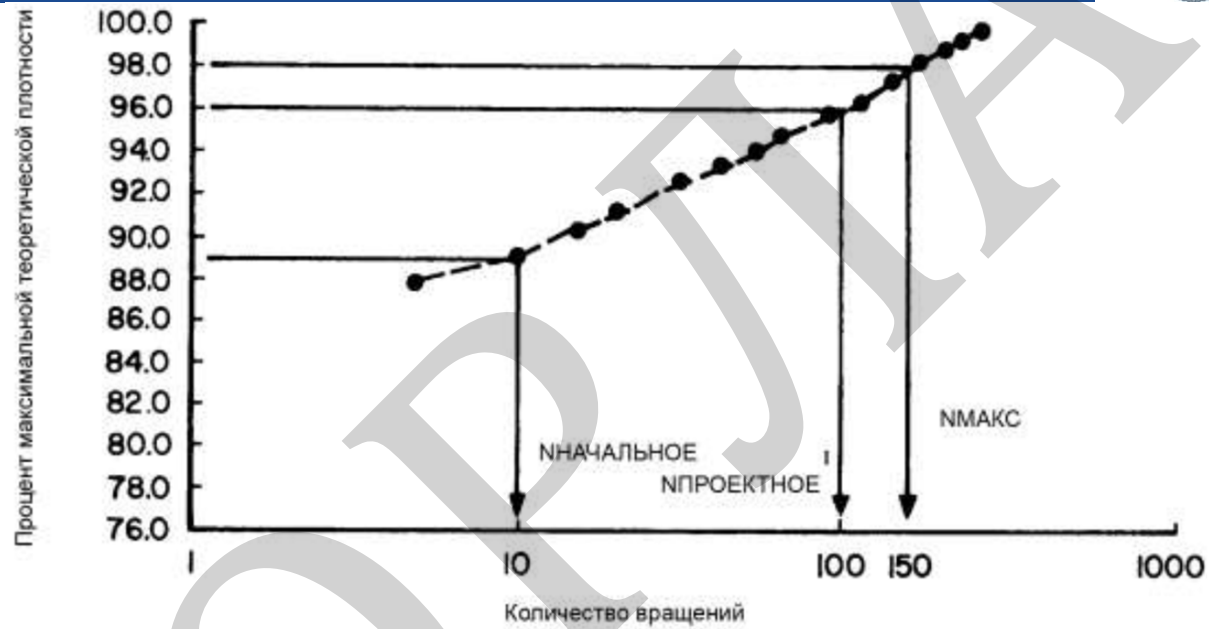
Миксер асфальтобетонной смеси



Вращательный уплотнитель







Уровень уплотнения	Требуемая плотность (% от теоретического максимального удельного веса)
$N_{init}$	$C_{init} < 89$
$N_{design}$	$C_{design} = 96$
$N_{max}$	$C_{max} < 98$



### Количество первоначальных ( $N_{исх}$ ), проектных ( $N_{проект}$ ) и максимальных ( $N_{макс}$ ) вращений, требуемых для различных уровней дорожного движения

Интенсивность движения (млн., 80кН/ось)	Параметры уплотнения			Может применяться на дорогах типа
	$N_{исх}$	$N_{проект}$	$N_{макс}$	
< 0,3	6	50	75	Возможно применение на дорогах с очень низкой интенсивностью движения, например, на дорогах местного значения, проселочных дорогах или городских улицах, где движение грузового транспорта запрещено или минимально. Автодвижение на таких дорогах имеет только локальное значение, и эти дороги не являются региональными, внутригосударственными или межгосударственными. К данному уровню могут относиться дороги особого назначения, обслуживающие места и зоны отдыха.
От 0,3 до < 3	7	75	115	Возможно применение на магистральных улицах районного значения или на жилых улицах. К данному уровню также относятся <u>среднезагруженные</u> городские улицы и большинство пригородных дорог.
От 3 до < 30	8	100	160	Возможно применение на дорогах с двумя или несколькими полосами движения, на дорогах с отдельными потоками движения, а также на дорогах ограниченного пользования. К этому классу дорог относятся городские улицы со средней и высокой интенсивностью движения, многие государственные трассы, скоростные автомагистрали и некоторые межрегиональные дороги.
$\geq 30$	9	125	205	Возможно применение на подавляющем большинстве межрегиональных дорог в городской и сельской местности. К данному уровню также относятся станции с автомобильными весами, полосы замедленного движения на подъемах дороги на дорогах с двумя полосами движения.



## Испытания асфальтобетонных образцов 1-го уровня



Пластическое течение



Водостойкость



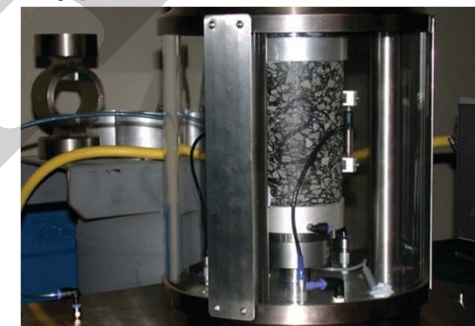
## Испытания асфальтобетонных образцов 2-го и 3-го уровней



Деформация сдвига



Устойчивость к колееобразованию



Динамический модуль упругости



Усталостная прочность



Число текучести

Низкотемпературное  
трещинообразование





- 1 ПНСТ «Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения содержания пылеватых частиц при промывке» в соответствии с AASHTO T 11
- 2 ПНСТ «Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения зернового состава» в соответствии с AASHTO T 27
- 3 ПНСТ «Материалы минеральные мелкозернистые для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения плотности и абсорбции» в соответствии с AASHTO T 84
- 4 ПНСТ «Материалы минеральные крупнозернистые для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения плотности и абсорбции» в соответствии с AASHTO T 85
- 5 ПНСТ «Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения влажности» в соответствии с AASHTO T 255
- 6 ПНСТ «Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения максимальной плотности минерального порошка» в соответствии с AASHTO T 100
- 7 ПНСТ «Материалы минеральные крупнозернистые для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения содержания дробленых зерен» в соответствии с AASHTO T 335
- 8 ПНСТ «Материалы минеральные мелкозернистые для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения объема пустот» в соответствии с AASHTO T 304
- 9 ПНСТ «Минеральные материалы для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод отбора проб» в соответствии с AASHTO T 2
- 10 ПНСТ «Минеральные материалы для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения потери массы под действием сульфата натрия или сульфата магния» в соответствии с AASHTO T 104



- 1 ПНСТ «Технические требования с учетом температурного диапазона эксплуатации» в соответствии с AASHTO M 320
- 2 ПНСТ «Порядок определения марки с учетом температурного диапазона эксплуатации» в соответствии с AASHTO R 29
- 3 ПНСТ «Метод определения свойств битумных вяжущих материалов с использованием динамического сдвигового реометра (DSR)» в соответствии с AASHTO T 315
- 4 ПНСТ «Метод старения битумных вяжущих материалов под действием давления и температуры (PAV)» в соответствии с AASHTO R 28
- 5 ПНСТ «Метод определения жесткости и ползучести битума при отрицательных температурах с помощью реометра изгибающего балочку (BBR)» в соответствии с AASHTO T 313
- 6 ПНСТ «Метод определения температуры растрескивания при помощи устройства ABCD» в соответствии с AASHTO TP 92
- 7 ПНСТ «Метод определения упругих свойств при многократных сдвиговых нагрузках (MSCR) с использованием динамического сдвигового реометра (DSR)» в соответствии с AASHTO TP 70
- 8 ПНСТ «Технические требования с учетом уровней эксплуатационных транспортных нагрузок» в соответствии с AASHTO MP 19
- 9 ПНСТ «Метод определения усталостной характеристики» в соответствии с AASHTO TP 101
- 10 ПНСТ «Метод определения поправок по объему, приведенному к базовой температуре» в соответствии с ASTM D 4311
- 11 ПНСТ «Метод определения низкотемпературных свойств с использованием динамического сдвигового реометра (DSR)»



- 1 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические требования» в соответствии с AASHTO M 323
- 2 ПНСТ «... Метод проектирования объемного состава по системе «Superpave»» в соответствии с AASHTO R 35
- 3 ПНСТ «... Метод проведения термостатирования » в соответствии с AASHTO R 30
- 4 ПНСТ «... Метод определения объемной плотности» в соответствии с AASHTO T 166
- 5 ПНСТ «... Метод определения максимальной плотности» в соответствии с AASHTO T 209
- 6 ПНСТ «... Метод определения содержания воздушных пустот» в соответствии с AASHTO T 269
- 7 ПНСТ «... Определение количества битумного вяжущего методом экстрагирования» в соответствии с AASHTO T 164
- 8 ПНСТ «... Метод сокращения пробы» в соответствии с AASHTO R 47
- 9 ПНСТ «... Метод отбора проб» в соответствии с AASHTO T 168
- 10 ПНСТ «... Метод определения водостойкости и адгезионных свойств» в соответствии с AASHTO T 283
- 11 ПНСТ «... Определение содержания битумного вяжущего методом выжигания» в соответствии с AASHTO T 308
- 12 ПНСТ «...Метод определения объемной плотности с использованием парафинированных образцов» в соответствии с AASHTO T 275
- 13 ПНСТ «... Метод приготовления асфальтобетонных образцов вращательным уплотнителем (Гиратором)» в соответствии с AASHTO T 312



- 1 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения динамического модуля упругости и числа текучести с использованием установки для испытания эксплуатационных характеристик (АМРТ)» в соответствии с AASHTO TP 79
- 2 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения усталостной прочности при многократном изгибе» в соответствии с AASHTO T 321
- 3 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения прочности на растяжение и жесткости асфальтобетона» в соответствии с AASHTO T 322
- 4 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения динамического модуля упругости асфальтобетона» в соответствии с AASHTO T 342
- 5 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения деформации сдвига асфальтобетона» в соответствии с AASHTO T 320





- 1 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения сопротивления пластическому течению цилиндрических образцов на установке Маршалла» в соответствии с AASHTO T 245
- 2 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод подготовки цилиндрических образцов с использованием установки Маршалла» в соответствии с ASTM D 6926
- 3 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные. Технические требования» в соответствии с AASHTO M 325
- 4 ПНСТ «Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные. Метод проектирования» в соответствии с AASHTO R 46
- 5 ПНСТ Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения пустот Ригдена в минеральном порошке в соответствии с IS 127
- 6 ПНСТ Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные. Метод определения стекания вяжущего в соответствии с AASHTO T 305
- 7 ПНСТ Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Метод определения насыпной плотности и пустотности в соответствии с AASHTO T 19.
- 8 ПНСТ Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения внутреннего угла вращения вращательного уплотнителя системы «Superpave» (SGC) в соответствии с AASHTO T 344
- 9 ПНСТ Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения плотности на месте укладки с помощью гамма-плотномера в соответствии с ASTM D 2950M
- 10 ПНСТ Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод подготовки цилиндрических образцов для определения динамического модуля упругости в соответствии с AASHTO PP60
- 11 ПНСТ Материалы вяжущие нефтяные битумные. Метод определения поправок по объему, приведенному к базовой температуре в соответствии с ASTM D 4311