

Технологии производства битума и модифицированного битума в Китае

Чайнаньский университет

Хао Пэйвэнь

4/4/2024



Основное содержание

- Роль битума в асфальтобетонной смеси
- Состав битума и его коллоидная структура
- Система оценки битума и модифицированного битума
- Перспективы

Роль битума в асфальтобетонной смеси

Битум - универсальный клей!

~~OCCUPY AGGREGATE!~~



Asphalt cement (along with air) occupies the space between the aggregate in an asphalt pavement mix.

It is the “glue” that holds the aggregates together and influences many of properties of a flexible asphalt pavement.

A typical asphalt mix contains 5% asphalt cement binder by weight (Disclaimer: content may vary)



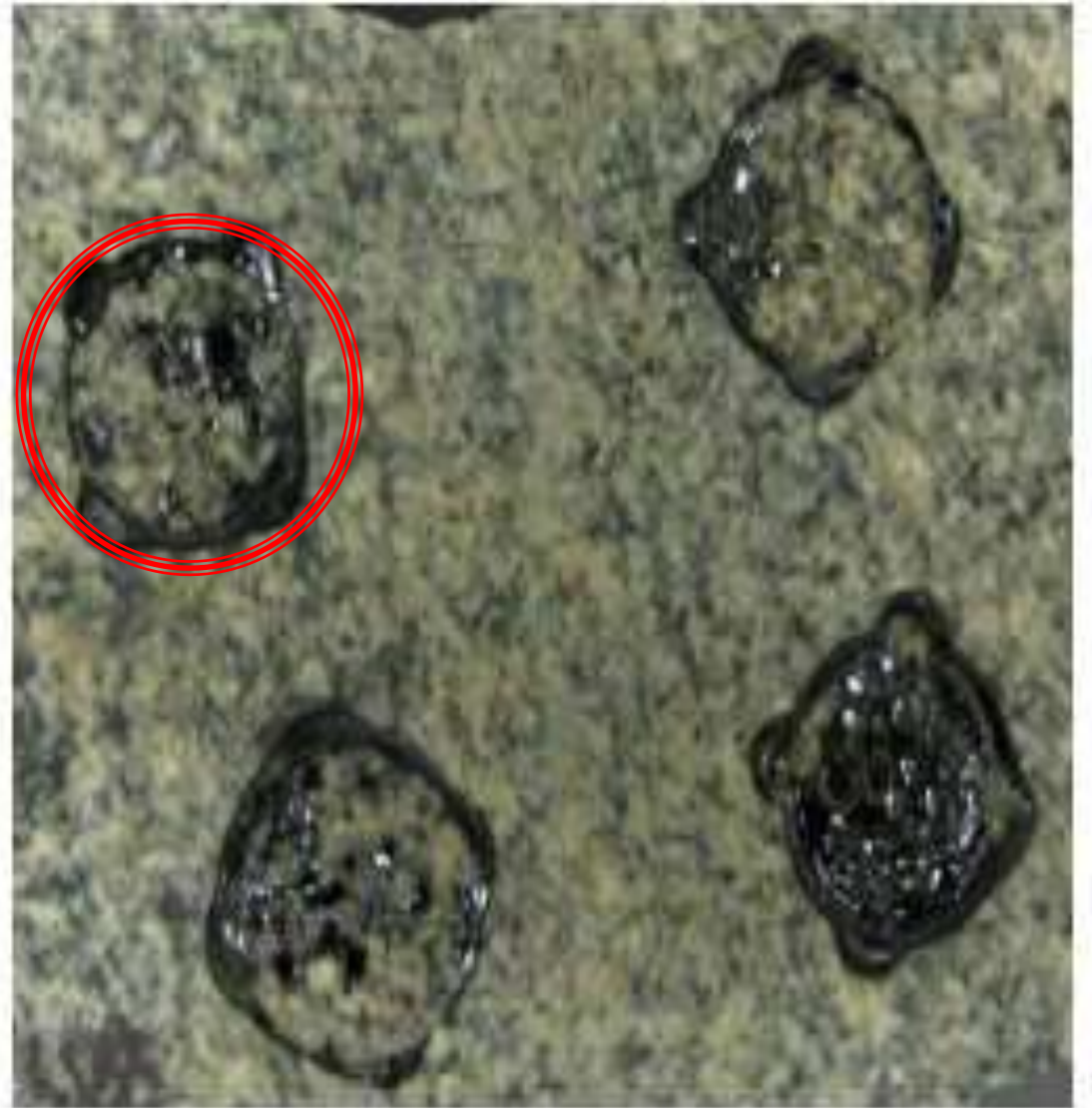
Результаты исследования программы SHRP в США показывают, что битум вносит вклад **в устойчивость дорожного асфальтобетона к высоким температурам на 29%**, **в устойчивость к усталости на 52%** и способность **противостоять температурным трещинам на 87%**.

Исследования за рубежом также показывают, что способность асфальтобетонной смеси противостоять высоким температурам на **60%** зависит от минерального заполнителя, а на **40%** - от свойств битумного вяжущего.





Cohesive Failure



Adhesive Failure





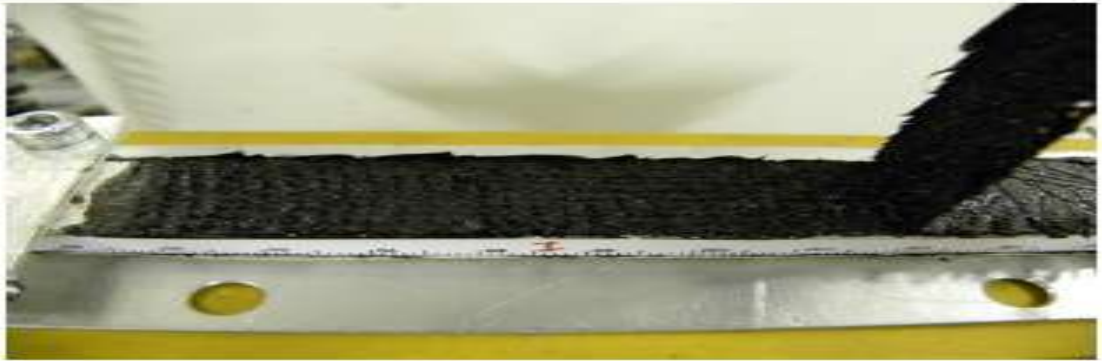
1



2

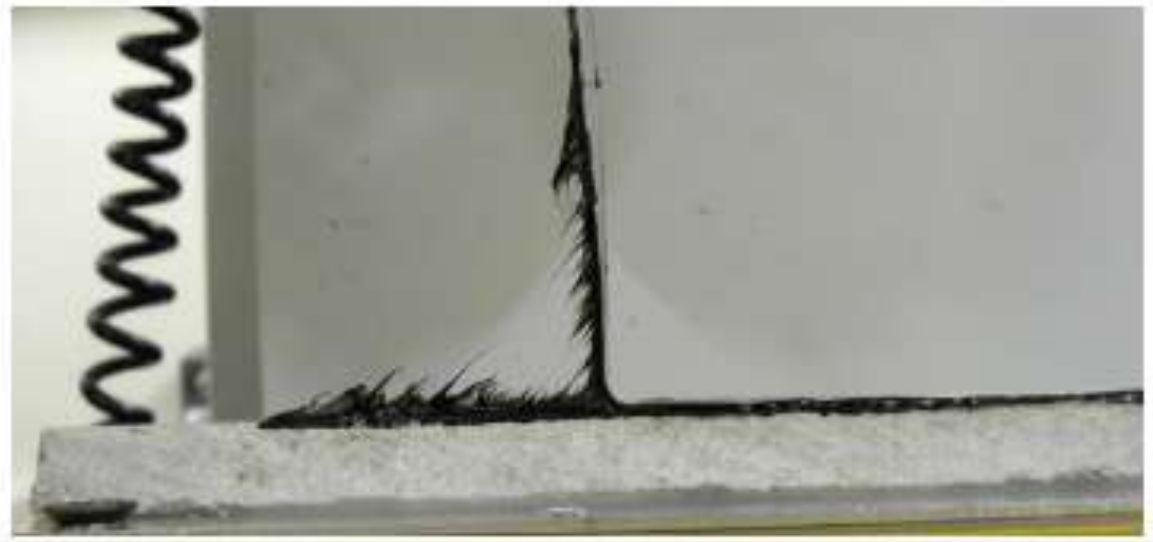
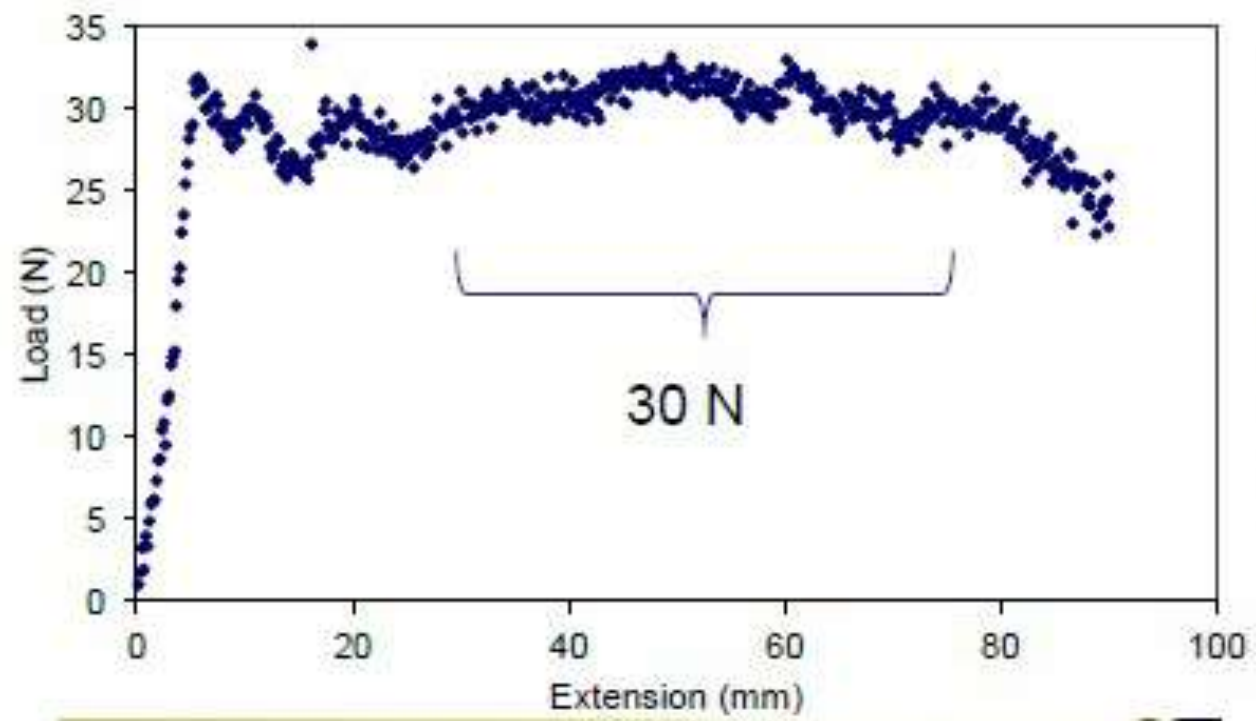


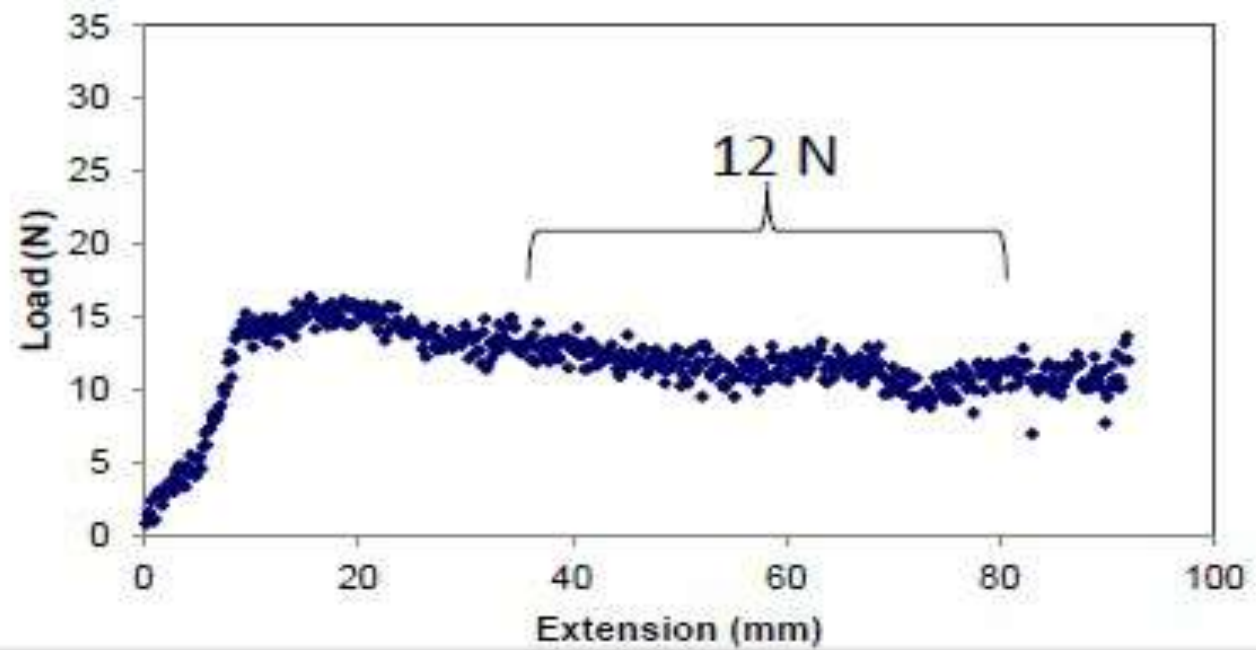
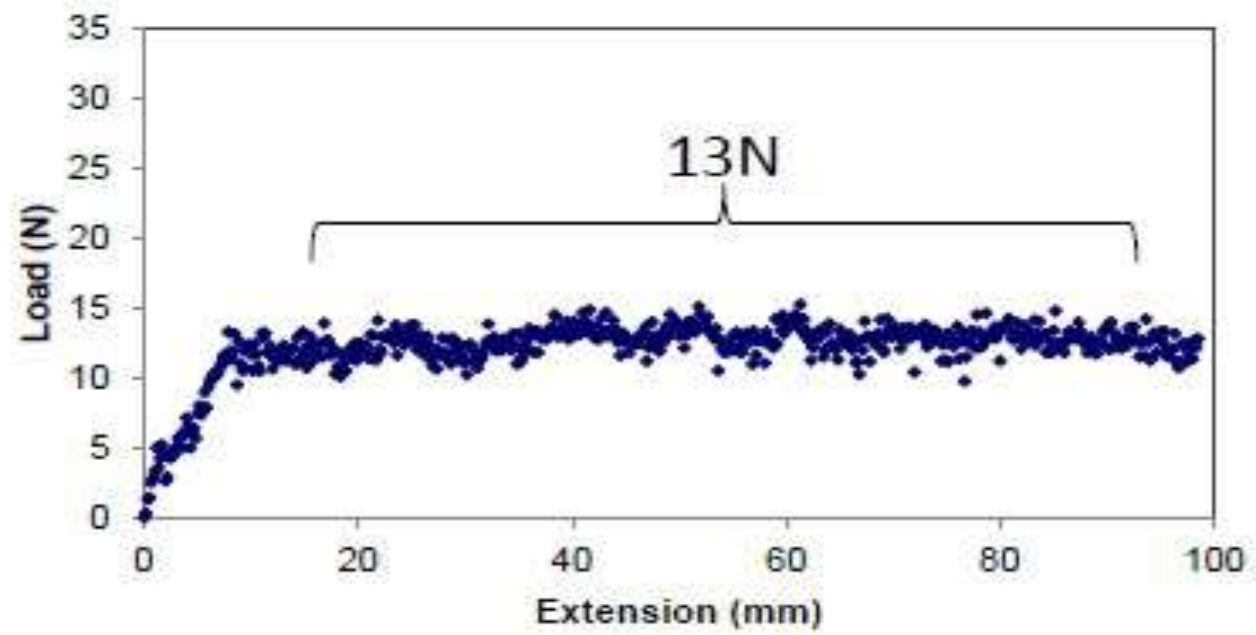
3



4







Состав битума и его коллоидная структура

Сравнение четырех компонентов битума

Матрица битума	Асфальтены (%)	Насыщенные %	Ароматические %	Смолы %	Асфальтены + насыщенные %	ароматика + смолы %	CI
Эссо 90#	10.88	18.22	49.64	21.12	29.10	70.75	0.41
Caltex 90#	11.53	16.70	50.81	20.57	28.23	71.38	0.40
Ssang Yong 90#	11.58	21.59	43.58	22.95	33.17	66.53	0.50
Хуаньсилин 90#	6.21	19.40	35.88	38.78	25.61	74.66	0.34
SK90#	11.19	19.05	48.99	20.65	30.24	69.65	0.43

Таблица 4. Изменения компонентов определенного импортированного Битума 90* из провинции Шэньси

Годы	Асфальтены (%)	Смолы (%)	Насыщенные (%)	Ароматика (%)
2002	8.15	20.45	28.67	35.29
2003	8.99	18.43	30.01	35.73
2004	9.42	19.78	25.16	38.53
2005	8.60	18.14	29.60	36.12
2006	7.53	15.30	30.08	39.94
2007	9.75	12.67	28.94	42.82
2008	7.83	7.84	28.96	49.98
2009	10.84	5.41	30.86	45.34
2010	8.96	4.76	32.89	46.86
2011	8.76	3.94	30.87	48.58

Индекс коллоидной нестабильности I_C

- bitumens with the colloidal instability index value *I_C ranging*
- from 0.08 to 0.36 are characterized by good compatibility with SBS.
- Gaestel index $I_C = (\text{Saturates} + \text{Asphaltenes}) / (\text{Aromatics} + \text{Resins})$
 - When I_C increases, the colloidal stability decreases
- Rule of thumb: the lower the I_C (higher aromatics), the more compatible the SBS-Asphalt system (after Airey UNOTT, Brule LCPC,...)

Диапазон I_c

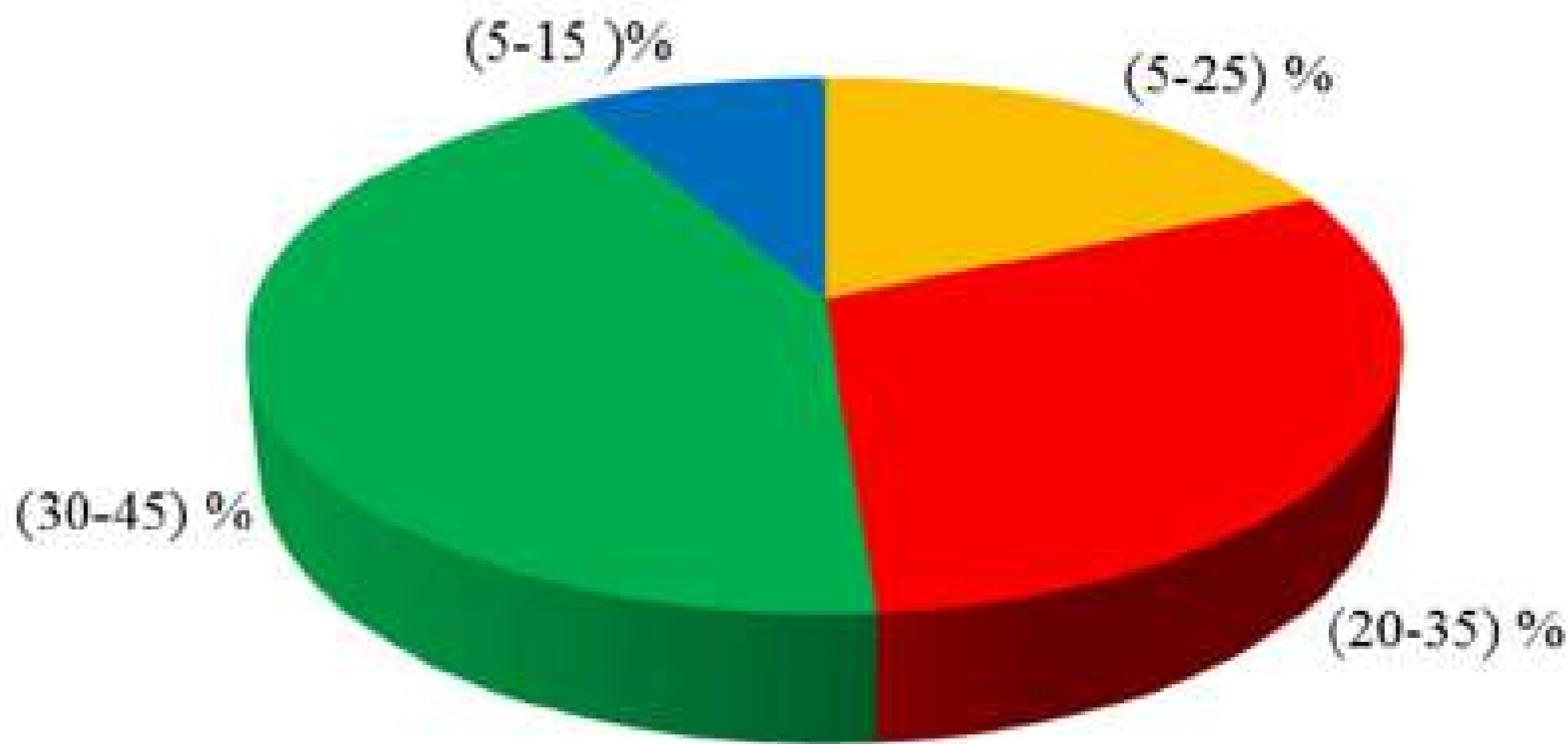
I_c	0,5–2,7	$I_c > 0,5$	$I_c < 0,22$	
State of bitumen	Colloidal system is not stable	Bitumen becomes more harder	Bitumen becomes more softer	

Table 3. Recommendations of bitumen fractional composition in different countries [4], [6], [25], [32], [33].

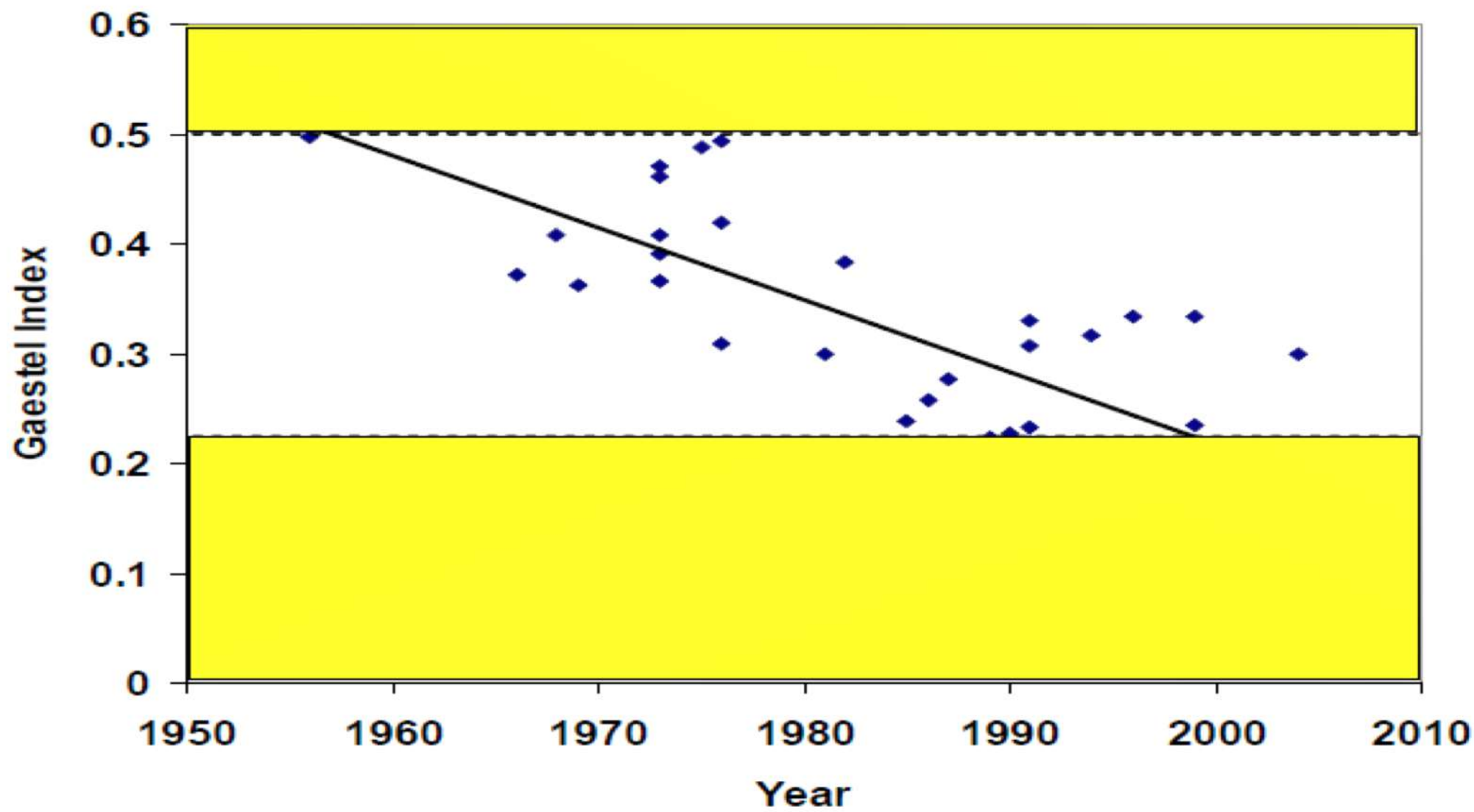
State	Bitumen fractional composition			
	Asphaltenes, %	Resins, %	Aromatics, %	Saturates, %
JAV	5–25	15–25	45–60	5–20
Great Britan	5–25	15–25	40–65	5–20
Romania	15–35	18–48	40–60	
Spain	5–20	30–45	30–45	5–15
Russian	10–25	20–40	40–60	
Belarus	19–21	32–34	45–49	

Выбор качественного сырья для битума

- ◆ **Насыщенные 6-15%**
- ◆ **Ароматические 32-60%**
- ◆ **Смолы 19-39%**
- ◆ **Асфальтены 6-15%**



■ Asphaltenes ■ Resins ■ Aromatics ■ Saturates



Система оценки битума и модифицированного битума

Стандарты
битумных
вяжущих



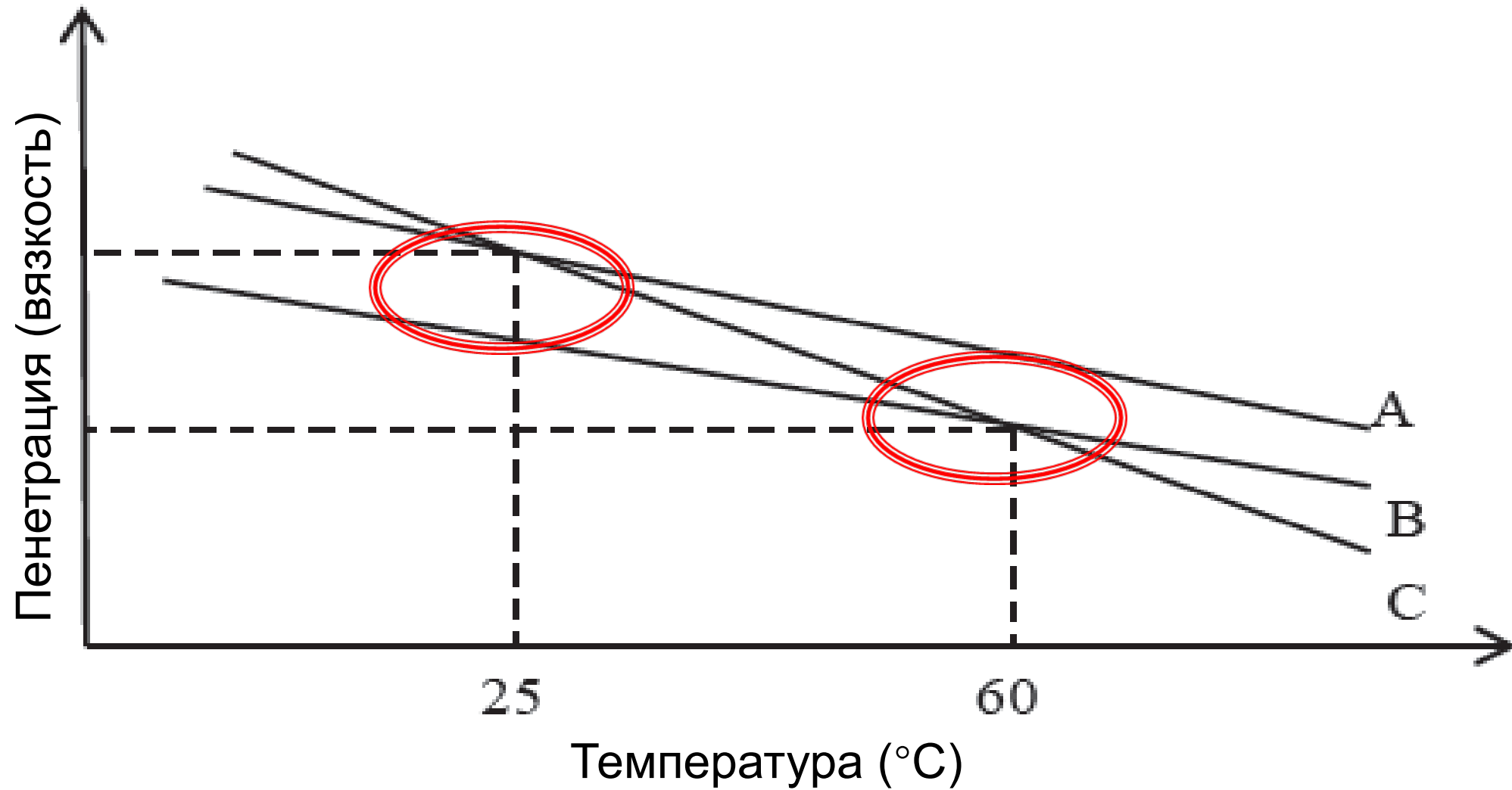
Классификация по пенетрации

Классификация по вязкости



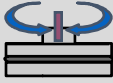
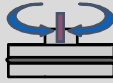
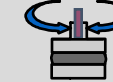


Классификации по
характеристикам (стандарт PG)

Система классификации по пенетрации

- ◆ **Высокотемпературные свойства: точка размягчения, вязкость**
- ◆ **Низкотемпературные свойства: удлинение при разрыве**
- ◆ **Устойчивость к старению: растяжение после старения**
- ◆ **Комплексный показатель: содержание парафинов**



Performance Grades

CBC		PG 46		PG 52		PG 58		PG 64		PG 70		PG 76		PG 82																								
Avg 7-day Max, °C																																						
1-day Min, °C		-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-52	-10	-16	-22	-28																						
ORIGINAL																																						
 ≥ 230 °C		(Flash Point) FP																																				
 ≤ 3 Pa·s @ 135 °C		(Rotational Viscosity) RV																																				
 ≥ 1.00 kPa		(Dynamic Shear Rheometer) DSR G*/sin δ																																				
		46	52		58		64		70		76		82																									
(ROLLING THIN FILM OVEN) RTFO Mass Loss ≤ 1.00 %																																						
 ≥ 2.20 kPa		(Dynamic Shear Rheometer) DSR G*/sin δ																																				
		46	52		58		64		70		76		82																									
(PRESSURE AGING VESSEL) PAV																																						
20 Hours, 2.07 MPa		90	90		100		100		100 (110)		100 (110)		110 (110)																									
 ≤ 5000 kPa		(Dynamic Shear Rheometer) DSR G* sin δ																																				
		10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	25	40	37	34	31	28
S ≤ 300 MPa  m ≥ 0.300		(Bending Beam Rheometer) BBR “S” Stiffness & “m”-value																																				
		-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24
Report Value		(Bending Beam Rheometer) BBR Physical Hardening																																				
 ≥ 1.00 %		(Direct Tension) DT																																				
		-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24

Конгресс США
утвердил план
стратегических
исследований
автодорог (SHRP)

Временное
правило PG
первой версии
AASHTO MP1
AASHTO MP1a

Официальная редакция
стандарта PG
AASHTO M320

1993

2002~2005

2014

1987

1994

2010

Superpave: Стандарт битумно-полимерного
связующего (**стандарт PG**)
Дизайн асфальтобетонной
смеси
Прогнозирование характеристик
асфальтобетонной смеси

Официальный
стандарт PG,
первая версия.
AASHTO M320

Официальный
стандарт PG,
вторая версия.
AASHTO M332

AASHTO M 332

Type of Construction	Recommended Asphalt Binder for < 3 Million ESALs (20 yr)	Recommended Asphalt Binder for 3 - 10 Million ESALs (20 yr)	Recommended Asphalt Binder for > 10 Million ESALs (20 yr)
Overlay Wearing Mixture (Top 4") ³	PG 58S-28	PG 58S-28 ¹	PG 58H-28 ¹
New Construction ² Wearing Mixture (Top 4") ³	PG 58H-34	PG 58H-34 ¹	PG 58V-34 ¹
All Non-Wear Mixture (Below 4" from Surface)	PG 58S-28		

AASHTO M 332 MSCR

TABLE 1: AASHTO M 332- Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test.

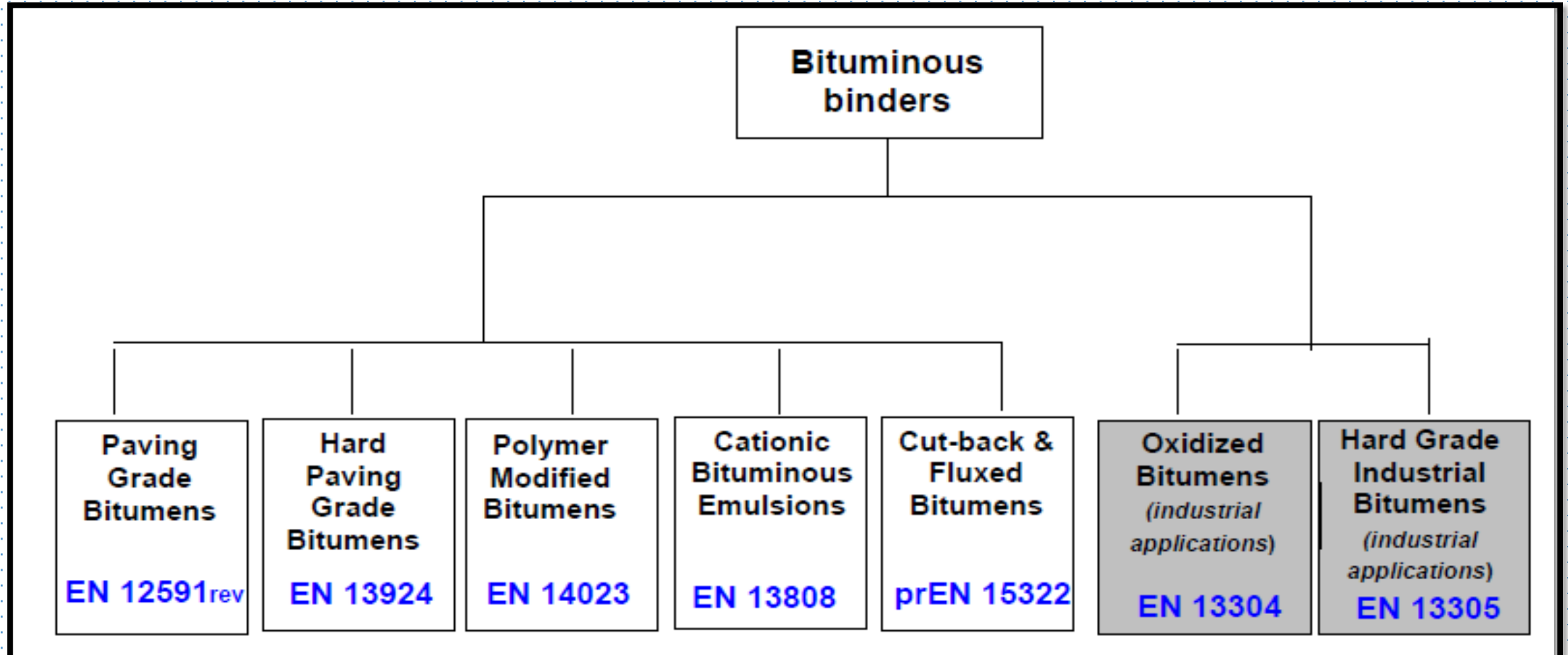
MSCR, T 350, Standard Traffic "S" Grade Jnr 3.2, max 4.5 kPa-1 Jnr diff, max 75%, test temp, °C	58
MSCR, T 350, Heavy Traffic "H" Grade Jnr @ 3.2, max 2.0 kPa-1 Jnr diff, max 75%, test temp, °C	58
MSCR, T 350, Very Heavy Traffic "V" Grade Jnr @ 3.2, max 1.0 kPa-1 Jnr diff, max 75%, test temp, °C	58
MSCR, T350 Extremely Heavy Traffic "E" Grade Jnr @ 3.2, max 0.5 kPa-1 Jnr diff, max 75%, test temp, °C	58

AASHTO M 330 M 332 比较

Table 2: Comparative Table between AASHTO M320 and M322

Present PG Grades- AASHTO M320	New MSCR Grades- AASHTO M332
PG 58-28	PG 58S-28
PG 64-28(PMB)	PG 58V-28
PG 70-28(PMB)	PG 58E-28
PG 58-34(PMB)	PG 58H-34
PG 64-34(PMB)	PG 58V-34

Стандарты СЕН для битумных вяжущих материалов



**Table 1.1a Product specifications – Paving grade bitumens
(from 20 dmm to 330 dmm penetration) (BS EN 12591)**

Property	Test method	Grade								
		20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220	250/330
Penetration at 25°C	IP 49	20-30	30-45	35-50	40-60	50-70	70-100	100-160	160-220	250-330
Softening point °C (min.) (max.)	IP 58	55	52	50	48	46	43	39	35	30
		57	60	58	56	54	51	47	43	38
Resistance to hardening at 163°C	IP 460 part 1 or IP 460 part 3									
- change of mass % (max.)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0
- retained penetration (min.)	IP 49	55	53	53	50	50	46	43	37	35
- softening point after hardening, minimum (°C)	IP 58	57	54	52	49	48	45	41	37	35
Flash point, minimum (°C)	IP 36	240	240	240	230	230	230	230	220	220
Solubility, minimum (%)	IP 47	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0
Kinematic viscosity at 135°C, minimum (mm ² /s)	IP 319	530	400	370	325	295	230	175	135	100

Note IP 34 can be used to investigate possible contamination but is likely to give lower results.

Table 1B — Paving grade bitumen specifications for grades from 20 x 0,1 mm to 220 x 0,1 mm penetration -
Properties associated with regulatory or other regional requirements

Property	Test method	Unit	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220
Penetration Index ^a	Annex A ^b	-	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c	- 1,5 to + 0,7 or NR ^c
Dynamic viscosity at 60 °C	EN 12596	Pa . s	≥ 440 or NR ^c	≥ 260 or NR ^c	≥ 225 or NR ^c	≥ 175 or NR ^c	≥ 145 or NR ^c	≥ 90 or NR ^c	≥ 55 or NR ^c	≥ 30 or NR ^c
Fraass breaking point ^a	EN 12593	°C	NR ^c	≤ - 5 or NR ^c	≤ - 5 or NR ^c	≤ - 7 or NR ^c	≤ - 8 or NR ^c	≤ - 10 or NR ^c	≤ - 12 or NR ^c	≤ - 15 or NR ^c
Kinematic viscosity at 135 °C	EN 12595	mm ² /s	≥ 530 or NR ^c	≥ 400 or NR ^c	≥ 370 or NR ^c	≥ 325 or NR ^c	≥ 295 or NR ^c	≥ 230 or NR ^c	≥ 175 or NR ^c	≥ 135 or NR ^c

^a When Severity 2 is selected it shall be associated with the requirement for Fraass breaking point or penetration index or both measured on the unaged binder.

^b Reference to normative Annex A in this document dealing with the calculation of penetration index.

^c NR: No Requirement may be used when there are no regulations or other regional requirements for the property in the territory of intended use.

**Table 1.1c Product specifications – Paving grade bitumens
(soft bitumens) (BS EN 12591)**

Property	Test method	Grade			
		V1500	V3000	V6000	V12000
Kinematic viscosity at 60°C (mm ² /s)	IP 319	1 000-2 000	2 000-4 000	4 000-8 000	8 000-16 000
Flash point, minimum (°C)	IP 34	160	160	180	180
Solubility, minimum (%; m/m)	IP 47	99,0	99,0	99,0	99,0
Resistance to hardening, TFOT 120°C - change of mass, maximum, ± (%) - viscosity ratio at 60°C, maximum	IP 460 part 2	2,0 3,0	1,7 3,0	1,4 2,5	1,0 2,0

**Table 1.1d Product specifications – Hard paving grade bitumens
(BS 3690/1)**

Property	Penetration at 25 °C	Softening point (°C)	Loss on heating for 5 h at 163 °C	
			Loss by mass % (max.)	Drop in penetration (min.)
Grade: 15 pen	10-20	63-76	0,1	20
Test method	IP 49	IP 58	IP 506	

Оценка европейских модифицированных битумов

PROPERTY		TEST METHOD	UNIT	Classes for all polymer modified bitumens									
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Penetration at 25 °C		EN 1426	0,1 mm	10-40	25-55	45-80	40-100	65-105	75-130	90-150	120-200	200-300	
Softening Point		EN 1427	°C	≥ 80	≥ 75	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 55	≥ 50	≥ 45	≥ 40	
Cohesion *	Force ductility* (50 mm/min traction) or	EN 13589 followed by EN 13703	J/cm ²	≥ 3 at 5 °C	≥ 2 at 5 °C	≥ 1 at 5 °C	≥ 2 at 0 °C	≥ 2 at 10 °C	≥ 3 at 10 °C	≥ 0,5 at 15 °C	≥ 2 at 15 °C	≥ 0,5 at 20 °C	≥ 0,5 at 25 °C
	Tensile test* (100 mm/min traction) or	EN 13587 followed by EN 13703	J/cm ²	≥ 3 at 5°C	≥ 2 at 5 °C	≥ 1 at 5 °C	≥ 3 at 0 °C	≥ 3 at 10 °C					
	Vialit pendulum* (Impact test)	EN 13588	J/cm ²	≥ 0,7									
Resistance to hardening ^b	Retained Penetration	EN 12607-1	%	≥ 35	≥ 40	≥ 45	≥ 50	≥ 55	≥ 60				
	Increase in Softening point		°C	≤ 8	≤ 10	≤ 12							
	Change of mass ^c		%	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0						
Flash Point		EN ISO 2592	°C	≥ 250	≥ 235	≥ 220							

^a One cohesion method shall be chosen based on end application. Vialit cohesion (EN 13588) shall only be used for surface dressing binders.

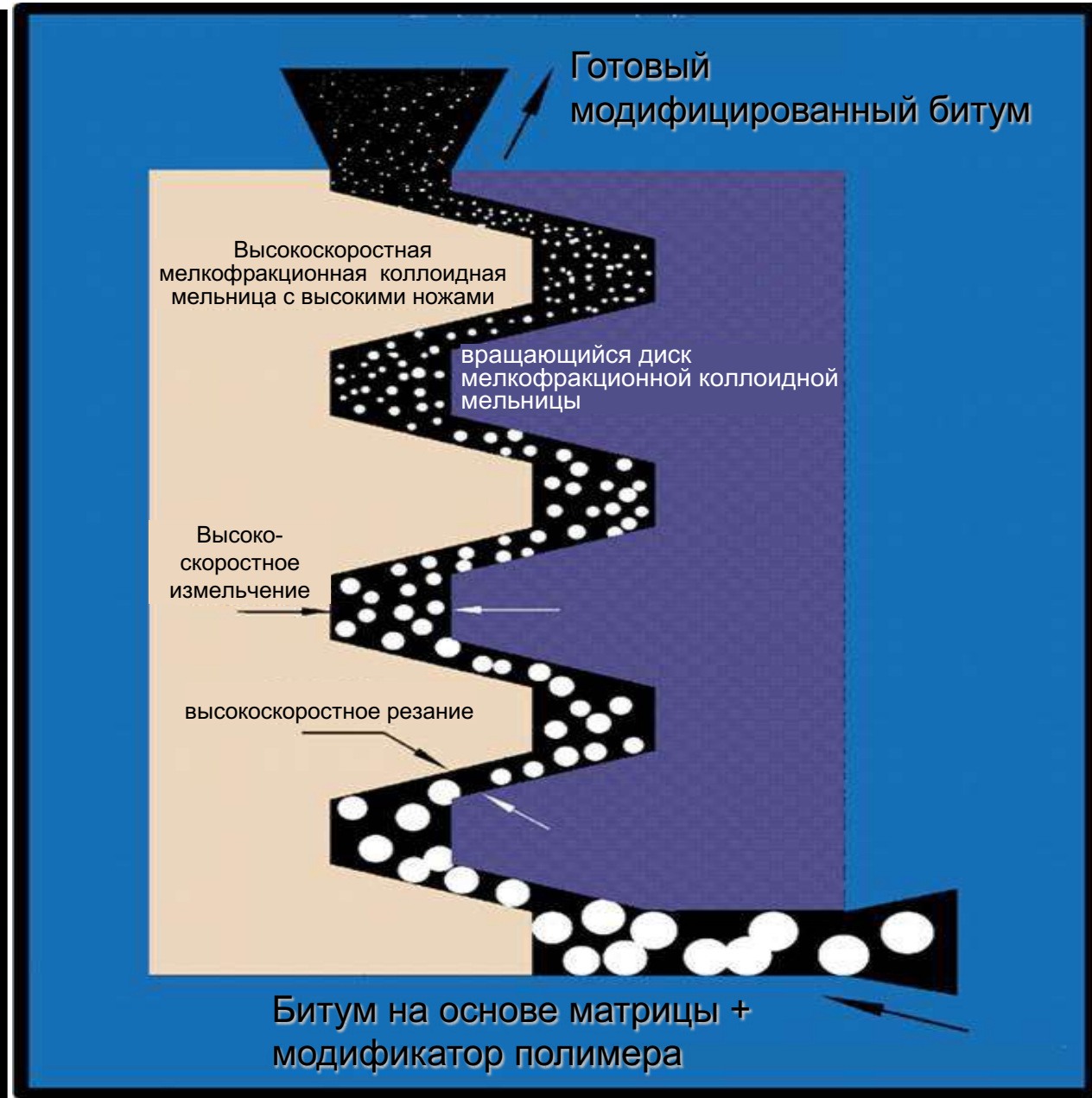
^b The main test is the RTFOT at 163 °C. For some highly viscous polymer modified bitumens where the viscosity is too high to provide a moving film it is not possible to carry out the RTFOT at the reference temperature of 163 °C. In such cases the procedure shall be carried out at 180 °C in accordance with EN 12607-1.

^c Change of mass can be positive or negative.

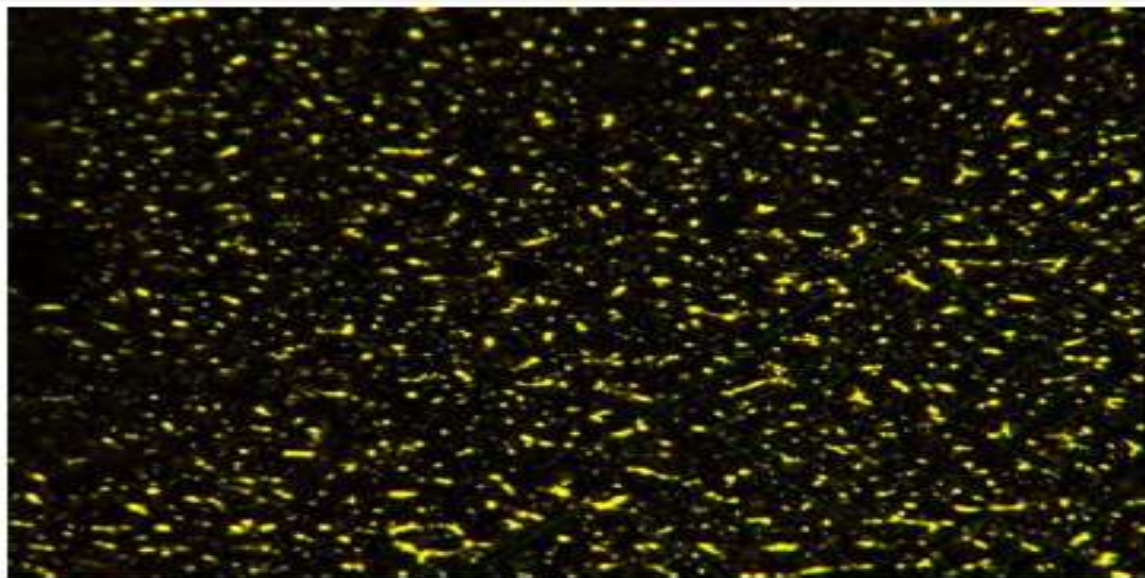
Ключевые факторы, влияющие на качество модифицированного битума

- ❖ **Свойства битума**
- ❖ **Свойства полимеров**
- ❖ **Механическое оборудование**
- ❖ **Технологические процессы**
- ❖ **Методы контроля**

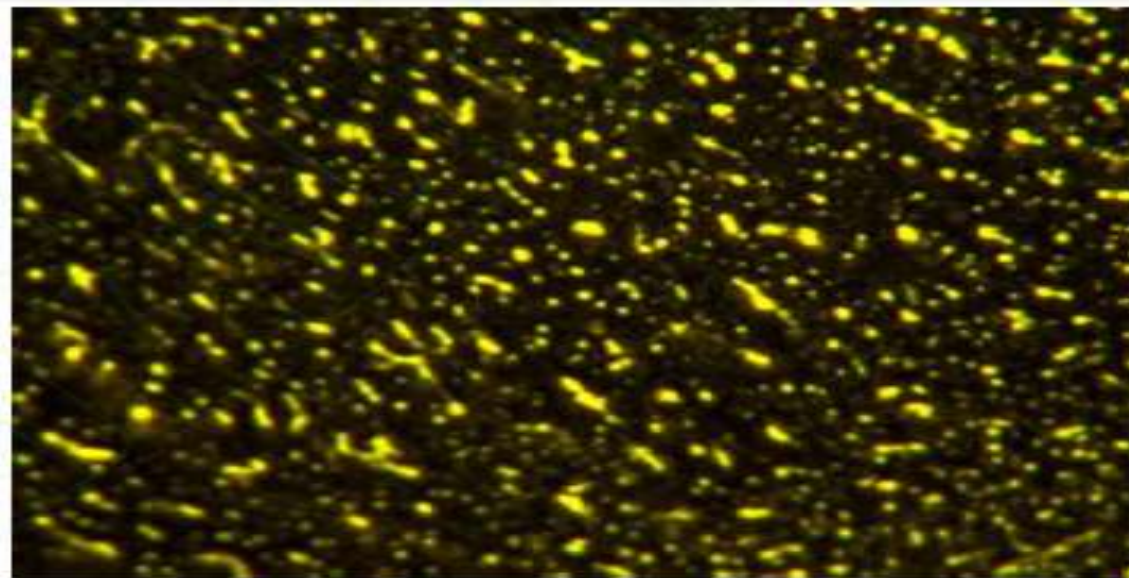
Чтобы получить модифицированный асфальт с стабильным качеством, формула не должна быть "универсальной".



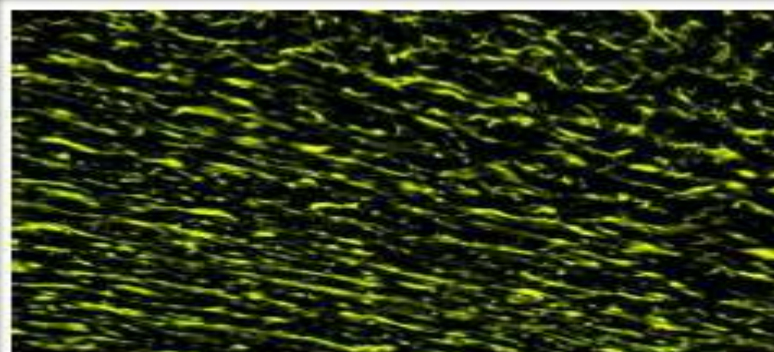




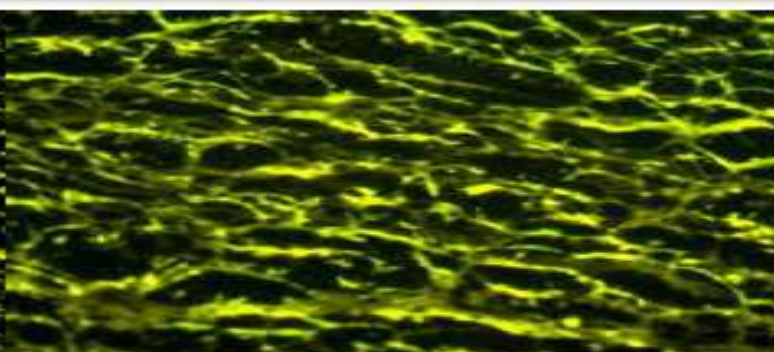
(a) Samples without cover glass



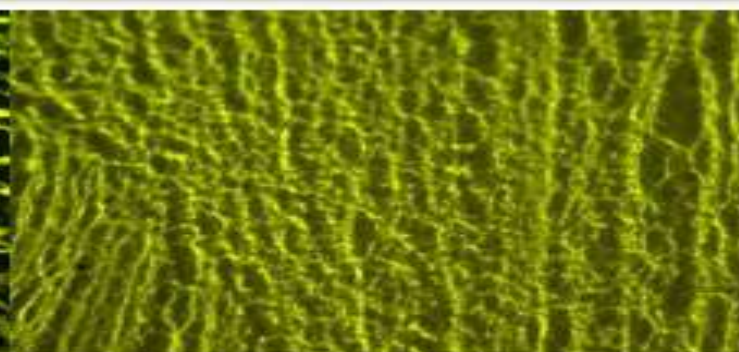
(b) Samples with cover glass



(1-1) SBS содержание 3%



(1-2) SBS содержание 4,5%



(1-3) SBS содержание 6%

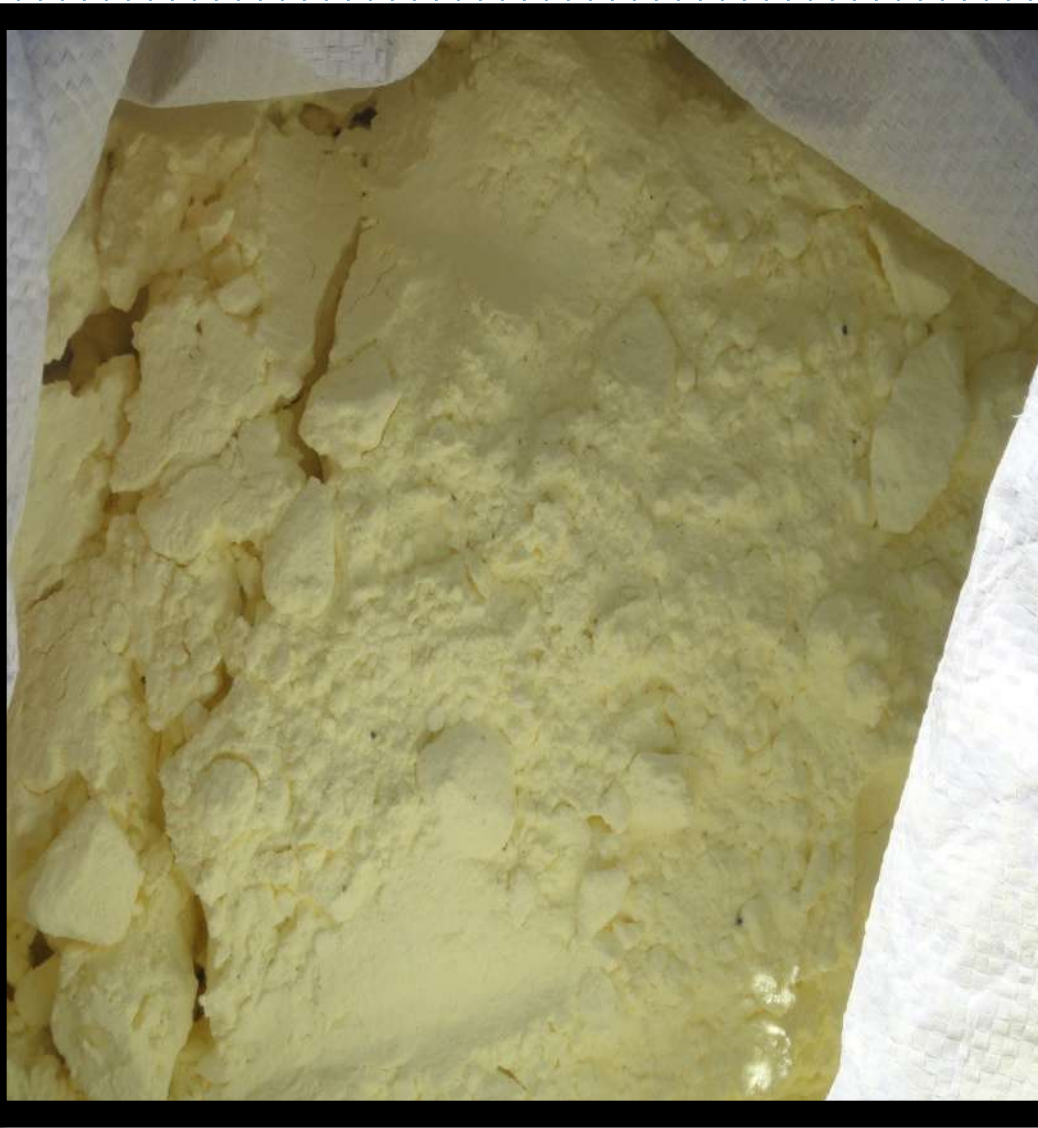
Рис. 4 Микроскопическое изображение образца битума с модификатором SBS после стабилизации в течение 2 часов



Модификатор SBS1301-1

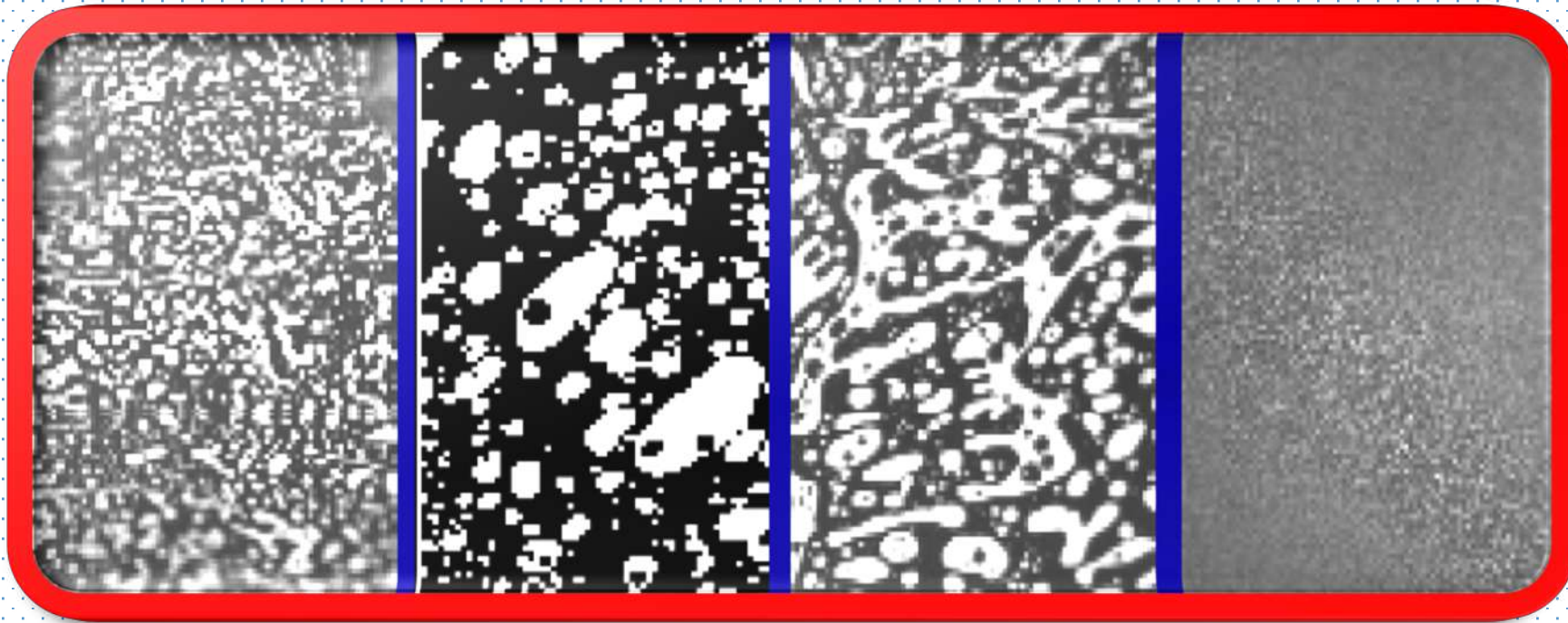


Пластификатор



Стабилизатор

Влияние различных структур битумов на эффективность модификации битума



**Выбор структуры битума имеет
большое значение**

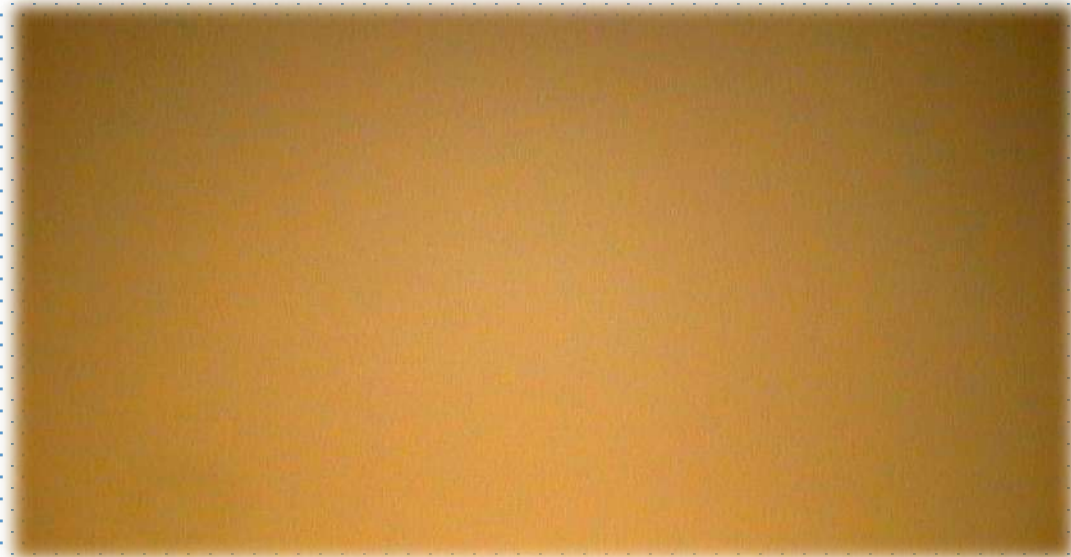
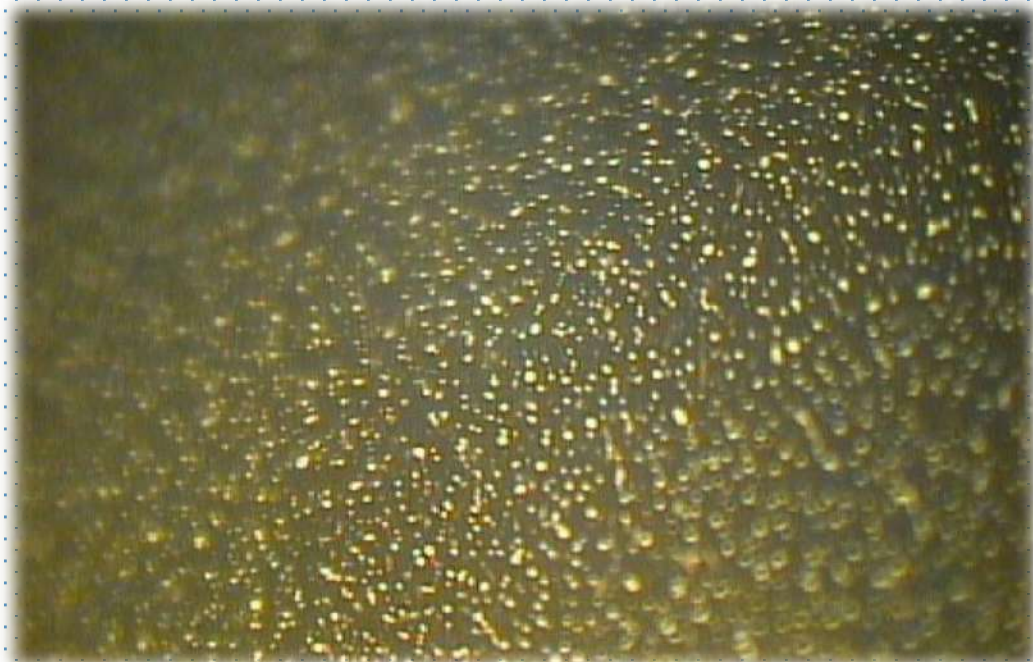


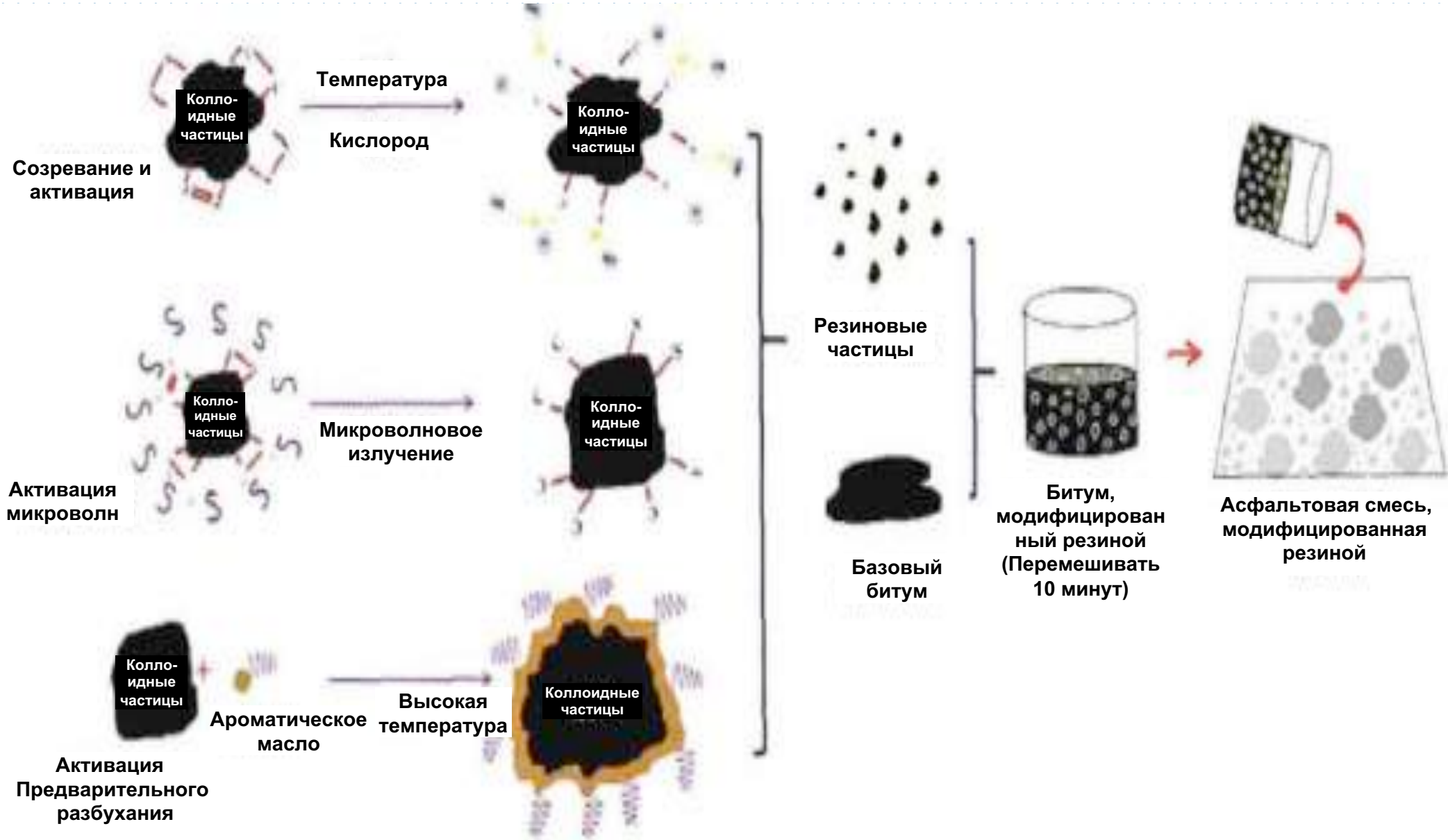
Таблица 1 Сравнение показателей разных видов резинового асфальта

Тип резинового асфальта	Традиционный резиновый асфальт	Заводской резиновый асфальт	Микро-нанорезиновый асфальт
Содержание растворителя	Низкий (золь 20%~30%)	Средний (золь 40%~50%)	Высокий (золь>50%)
принцип действия	Эластичный эффект песка	Эластичный эффект рудной муки	цементация
Расход битума	7-9	5,5-6,5	4,5-5,5

Таблица 2. Сравнение стоимости тонны различных типов модифицированного битума

Позиция	SBS модифицированный битум	Заводской резиновый битум	Микро-нанорезиновый битум
Модификатор	SBS 0,045 тонн × 14000 (юань·тонна ⁻¹) = 630 юаней	Резиновый порошок 0,185 тонн × 2000 (юань·тонна ⁻¹) + SBS 0,015 тонн × 14000 (юань·тонна) = 580 юаней	Гранулы с резиной 0,290 тонн × 3300 (юань·тонна ⁻¹) + SBS 0,010 мин. × 14000 (юань·тонна ⁻¹) = 1097 юаней
Битум	0,955 тонны × 4 100 (юань·тонна ⁻¹) = 3 915 юаней	0,800 тонн × 4100 (юань·тонна ⁻¹) = 3280 юаней	0,700 тонн × 4 100 (юань·тонна ⁻¹) = 2870 юаней
Плата за обработку/юань	300	600	450
Итого/юань	4845	4460	4417

Примечание. Матричный битум рассчитывается по цене 4100 юаней/тонну, SBS — по 14 000 юаней/тонну, резиновый порошок — по 2000 юаней/тонну, а резиновые гранулы — по 3300 юаней/тонну;







CECS G XXX:202X

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

高速公路高掺量胶粉沥青长寿命路面设计与
施工技术指南

Technical guide for design and construction of high content
rubber powder asphalt long-life pavement of Expressway
(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布
Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

Таблица 4.2.3 Технические требования к битуму с высоким содержанием каучукового порошка

Наименование испытания	Технические требования			Метод испытания
	тип I	Тип II	Тип III	
Вязкость при вращении 180°C (Па·с)	1.5~3.5			T0625
Пенетрация (25°C, 100 г, 5 с, 0,1 мм)	40~60			T0604
Пластичность (5 см/мин, 5°C, см)	>15	>15	>10	T0605
Температура размягчения (глобальный метод, С)	>75	>75	>60	T0606
Сегрегация (размягчение, С)	≤5			T0661
Эластическое восстановление (25°C, %)	>85	>85	>65	T0662
Температура вспышки (°К)	≥230			T0611
Максимальная сила для динамометрического контроля растяжения (5°C, Н)	>60	>60	>40	NB/SH/T 0814
уровень PG	88~28	88~22	76~22	T0627、T0628
Податливость к невосстанавливаемой ползучести Jnr3.2 (кПа)	<2.0	<1.0	<2.0	附录 B

Примечание:

1 Содержание резинового порошка в асфальте из резинового порошка типа 1 составляет 30–40%, содержание резинового порошка в асфальте из резинового порошка типа II составляет 40–50%, а содержание резинового порошка в асфальте из резинового порошка типа III составляет более 50%.

"2 Экспериментальный метод марки PG соответствует T0627 и T0628 в JTGE20, а выбор марки PG резинового порошкового асфальта соответствует Приложению С.

3 Jnr3.2 – невосстанавливаемая податливость ползучести при давлении 3,2 кПа."

Резино-модифицированный битум

Мокрый метод (Резиновый порошок составляет 18-22%)

(Резиновый порошок составляет 15%)

(Резиновый порошок составляет 10%) – заводское смешивание

(Резиновый порошок составляет 5% + SBS) - заводское смешивание

(Резиновый порошок составляет 3,5%) – заводское смешивание

Сухой метод - 1,2,3% от веса заполнителя

Наименование показателя		Сверхвысокая дозировка (40%)	Обычная дозировка (20%)
		Битум, модифицированный резиновым порошком	Битум, модифицированный резиновым порошком
Пенетрация (25 °С, 100 г, 5 с)/0,1 мм		69	48
Температура размягчения/°С		72,0	72,5
Растяжимость (5°С)/см		20	12
Динамическая вязкость (180 °С)/(Па·с)		3,2	2,3
Эластическое восстановление/%		81	89
Разность температур размягчения /°С		0,5	3,0
Изменение массы/%		-0,30	-0,35
TFOT остатки	Остаточная пенетрация /%	76	82
	Пластичность (5°С)/эм	12	9
РАУ остатки	Остаточная пенетрация /%	49,3	52,1
	Точка размягчения/°С	82,5	81,5
	Пластичность (5°С)/см	6	4

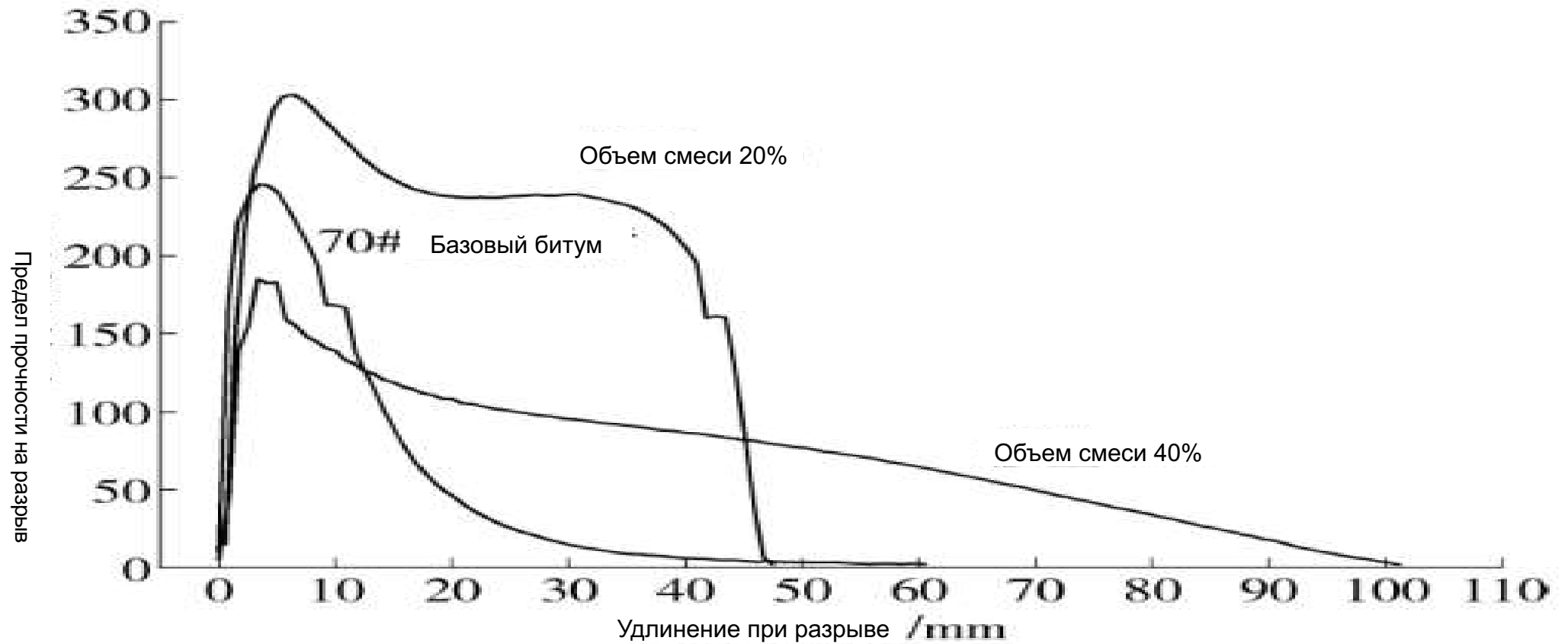


Рис. 1 Различные концентрации модифицированного битума с добавлением резинового порошка улучшают его вязкость и гибкость.

Содержание резинового порошка/%	Оригинальный образец 88°C ($G^* / \sin\delta$)/kPa	RTFOT 88 °C ($G^* / \sin\delta$)/kPa	($G^* \sin\delta$) < 5 000 kPa Минимальная температура/°C	Модуль жесткости (-24 °C)/°C	Скорость ползучести (-24 °C)	Уровни PG
20	1 806.7	3 017.8	16	329.541 8	0.289 7	88-28
40	1 502.5	2 767.2	10	166.980 1	0.314 7	88-34

Перспективы

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T50092 – 2022

沥青路面施工及验收标准

Standard for construction and acceptance of asphalt pavements

2022-XX-XX发布

2022-XX-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局

联合发布

I

Таблица 4.2.1 Технические требования к дорожному нефтяному асфальту

Наименование показателя	单位	15号	25号	35号	45号	50号	70号	90号	110号	130号	метод эксперимента
Глубина проникания иглы (25°C, 100 г, 5 с)	0,1 мм	10-20	20-30	30-40	40-50	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	GB/T 4509
Температура размягчения (по кольцу и шару)	°C	≥60	≥57	≥55	≥50	≥48	≥44	≥43	≥42	≥39	GB/T 4507
Растяжимость (15°C, 5 см/мин)	см	—				≥80	≥100	≥100	≥100	≥100	GB/T 4508
Растяжимость (25°C, 5 см/мин)	см	≥40	≥30	≥20	≥10	—					
Динамическая вязкость (60°C)	Па·с	≥2000	≥1100	≥600	≥350	Фактические замеры				JTGE20T0620	
Температура вспышки (метод открытого тигля)	°C	≥260				≥230				GB/T 267	
Содержание парафинов (метод дистилляции)	%					≤3,0				JTGE20 T 0615	
Плотность (25°C)	кг/м ³					实测值				GB/T 8928	
Растворимость (трихлорэтилен)	%					≥99,0				GB/T 11148	
Стойкость к затвердеванию: испытание тонкой пленки в печи (TFOT) (163°C, 5h)											GB/T 5304
Изменение массы (абсолютное значение)	%	≤0,3	≤0,3	≤0,4	≤0,4	≤0,6	≤0,8	≤0,8	≤1,0	≤1,0	
Остаточная пенетрация	%	≥70	≥67	≥65	≥63	≥58	≥55	≥50	≥48	≥46	GB/T 4509
Пластичность (15°C, 5 см/мин)	см	—				报告	≥30	≥40	≥50	≥100	GB/T 4508
Пластичность (25°C, 5 см/мин)	см	Фактическое значение				—					

Т.4.3.1 Технические требования к модифицированному битумному вяжущему

Наименование показателя	единица	SBS (I)				SBS (II)			EVA, PE (III)				Метод испытания
		I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C	III-D	
Глубина проникания иглы (25°C, 100 г, 5 с)	0,1 мм	>100	80~100	60~80	40~60	>100	80~100	60~80	>80	60~80	40~60	30~40	GB/T 4509
Коэффициент пенетрации PI	—	≥1.2	≥0.8	≥0.4	≥0	≥1.0	≥0.8	≥0.6	≥1.0	≥0.8	≥0.6	≥0.4	JTG E20 T0604
Пластичность (15°C, 5 см/мин)	см	≥50	≥40	≥30	≥20	≥60	≥50	≥40	—				GB/T 4508
Температура размягчения (метод Глобуса)	°C	≥50	≥55	≥60	≥65	≥45	≥48	≥50	≥48	≥52	≥56	≥60	GB/T 4507
Видимая вязкость (135°C)	Па·с	—											JTG E20 T0625
Температура вспышки (метод открытого тигля)	°C	≥230				≥230			≥230				GB/T 267
Растворимость (трихлорэтилен)	%	≥99				≥99			—				GB/T 11148
Восстановление упругости 25°C	%	≥55	≥60	≥65	≥75	—			—				JTG E20 T 0662
Вязкость	N·m	—				—			—				JTG E20 T 0624
Эластичность	N·m	—				≥2.5			—				JTG E20 T 0624
Сегрегация (спред температуры размягчения)	°C	≤2.5				—			Без видимых выделений и агрегаций присадок				JTG E20 T 0661
Испытания на старение: тест пленки в термощкафу (TFOT) (163°C, 5h)													GB/T 5304
Изменение массы (абсолютное значение)	%	≤1.0											
Остаточная пенетрация	%	≥50	≥55	≥60	≥65	≥50	≥55	≥60	≥50	≥55	≥58	≥60	GB/T 4509
Пластичность (25°C, 5 см/мин)	см	≥30	≥25	≥20	≥15	≥30	≥20	≥10	—				GB/T 4508
Спред температуры размягчения	°C	-8~+10	-8~+10	-10~+10	-10~+10	—							GB/T 4507

JT

中华人民共和国行业标准

JTG F40

公路沥青路面施工技术规范

Technical Specification for Construction of Highway Asphalt Pavement

(总校稿)

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

中华人民共和国交通运输部发布

Таблица 4.2.1-2 Технические требования к дорожному нефтяному асфальту

Позиция	единица	уровень	Марка битума													Метод испытания					
			160号 ^[1]	130号 ^[1]	110号	90号					70号			50号 ^[2]	35号 ^[2]		25号 ^[2]	20号 ^[4]	15号 ^[4]		
针入 Число пенетрации (25°C, 100 г, 5 с)	0,1 мм		140~200	120~140	100~120	80~100					60~80			40-60	30-45	20-30	15-25	10-20	T 0604		
适用的 Применимые климатические зоны	-		-	-	2-1, 2-2, 2-3	1-1	1-2	1-3	2-2	2-3	1-3	1-4	2-2	2-3	2-4	-	-	-	-	-	
针 Коэффициент пенетрации P ₁₀₀ ^[5]	-	A	-1.5~+1.0													T 0604					
		B	-1.8~+1.0																		
软化点 Температура размягчения (Т), не менее	°C	A	38	40	43	45		44		46		45		48-56	52-60	56-64	60-70	63-73	T 0606		
		B	36	39	42	43		42		44		43									
		C	35	37	41	42		43		43		43									
动力粘 Динамическая вязкость (60°C, не менее)	Па·с	A	-	60	120	160		140		180		160		250	500	800	1500	2000	T 0620		
延度(1) Пластичность (10°C, 5 см/мин), не менее	см	A	50	50	40	45	30	20	30	20	20	15	25	20	15	-	-	-	-	T 0605	
		B	30	30	30	30	20	15	20	15	15	10	20	15	10	-	-	-	-		
延度(15) Пластичность (15°C, 5 см/мин), не менее	см	A, B	100													80	-	-	-	-	T 0605
		C	80	80	60	50		40		40		40									
延度(25) Пластичность (25°C, 5 см/мин), не менее	см	A	-													-	50	40	30	20	T 0605
		B	-																		
		C	-																		
蜡含量 Вязкость (метод перегонки), не более 5%	%	A	2.2													-	-	2.2	-	-	T 0615
		B	3.0																		
		C	4.5																		
闪点 Температура вспышки (COC), не менее	°C		230			245			260			260			260			T 0611			
溶解度 Растворимость (трихлорэтилен), не менее 5%	%		99.5													99.0			T 0607		
相对密度 Относительная плотность (25°C)	-		实测													实测			T 0603		
TFOT (或 RTFOT)后 ^[6]																			T 0609(或 T 0610)		
质量变化 Изменение массы, не более	%		±0.8													±0.6	±0.5	±0.3	±0.3	±0.3	
针入度 Сравнение числа пенетрации (25°C, 100 г, 5 с) 于	%	A	48	54	55	57					61			63	65	67	67	67	T 0604		
		B	45	50	52	54					58										
		C	40	45	48	50					54										
延度(10) Пластичность (10°C, 5 см/мин), не меньше 小于	см	A	12	12	10	8		6		6		6		-	-	-	-	-	T 0605		
		B	10	10	8	6		4		4		4									
延度(15) Пластичность (15°C, 5 см/мин), не меньше 小于	см	C	40	35	30	20		15		15		15		-	-	-	-	-	T 0605		
软化点 Сред точки размягчения	°C		-	-	-	-					-			9	8	8	8	8	T 0606		

Таблица 4.5.4-3 Технические требования к резиновому порошку из шин б/у для резинобитума

Наименование показателя	Единица	Резинобитум (класс V)					Метод эксперимента
		AR-A	AR-B	AR-C	AR-D	AR-E	
Применимая климатическая зона	-	Холодная зимняя зона	Зимняя теплая зона	Жаркая летняя зона	-	-	-
Кажущаяся вязкость (180°C)	Па • с	1.5~ 3.0	2.5~ 3.5	3.0~ 4.0	3.0~ 4.5	2.0~ 4.0	T0625 或 T0677 ^[1]
Глубина проникновения иглы (25°C, 100 г, 5 с)	0,1 мм	60~80	50~70	40~60	40~60	25~60	T 0604
Температура размягчения (Тэг), не менее	°C	50	58	65	65	60	T 0606
Растяжимость (5°C, 1 см/мин), не менее	см	10	10	5	20	5	T 0605
восстановление упругости (25°C), не менее	%	50	55	60	75	70	T 0662
Разность температур размягчения	°C	-5~+10	-5~+10	-5~+10	-5~+10	-5~+10	T 0606

Таблица 4.5.5 Технические требования по модифицированному битуму из резинового порошка

Наименование показателя	Единица	Резинобитум (класс V)			Метод эксперимента
		AR-PA	AR-PB	AR-PC	
Применимая климатическая зона	-	холодная зона	теплая зона	горячая зона	Приложение А
Глубина проникновения иглы (25°C, 100 г, 5 с)	0,1 мм	25-80	25-60	25-50	T0604
Растяжимость (5°C, 5 см/мин), не менее	см	20	15	10	T0605
Испытание на ползучесть при изгибе (-16°C) Ползучесть, не более м, не менее	Па	300	250	250	T 0627
	-	0.3	0.3	0.3	T 0627
Температура размягчения (TR&B), не ниже	°C	55	60	65	T0606
Кажущаяся вязкость (175°C)	Па • с	1-3	1-3	1-3	T0625
Динамическое испытание на сдвиг (60°C) Модуль сдвига, не менее Фазовый угол, не более	Па	6500	8000	10000	T 0628
	°	65	65	65	T 0628
Динамическая вязкость (60°C) ^[2] , не менее	Па • с	6000	6000	6000	T 0620
Температура вспышки (СОС), не менее	°C	230			T0611
восстановление упругости (25°C), не менее	%	65	70	75	T0662
Разность температур размягчения) 3, не более	°C	5			T0661
TFOI(或 RIFOI)后 ^[4]					T0609(或 T0610)
Изменение массы, не более	%	±0.6			T0609(或 T0610)
Остаточная пенетрация (25°C, 100 г, 5 с), не менее	%	60	65	70	T0604
Растяжимость (5°C, 5 см/мин), не менее	см	15	10	5	T0605
восстановление упругости (25°C), не менее	%	50	50	50	T0662
Разность температур размягчения	°C	-5~+8			T0606

Таблица 4.5.6 Технические требования к битуму, модифицированному полимерно-каучуковым порошком

Наименование показателя	Единица	Натуральный битум, модифицированный битум (VI)			Метод эксперимента
		AR-MA	AR-MB	AR-MC	
Глубина проникновения иглы (25°C, 100 г, 5 с)	0,1 мм	30-80	30-70	25-60	T 0604
Пластичность (15°C, 5 см/мин), не менее	см	25	20	15	T 0605
Испытания на жёсткость при ползучести при изгибе (-16°C) Жесткость ползучести, не более Значение m, не менее	МПа	250	200	200	T 0627
		0.3	0.3	0.3	T 0627

Табл. 4 Требования технологии модификации натурального битума

Наименование показателя	Единица	Натуральный битум, модифицированный битум (VI)					Метод эксперимента
		NA-A	NA-B	NA-C	NA-D	NA-E	
Глубина проникновения иглы (100 г, 5 с, 25°C)	0,1 мм	10-40	15~30	25-40	20-35	15-25	T 0604
Растяжимость (10°C, 5 см/мин), не менее	см	10	-	-	-	-	T 0605
Растяжимость (25°C, 5 см/мин), не менее	см	-	10	35	25	15	T 0605
Температура размягчения (TR&B), не ниже	°C	95	58~68	55	60	65	T 0606
Кажущаяся вязкость (175°C), не более	Па·с	3.0					T 0625

Температура размягчения (TR&B), не менее	°C	55	60	65	T 0606
Кажущаяся вязкость, 135°C	Па·с	1-3			T 0625
Динамическая вязкость (60°C), не менее	Па·с	5000			T 0620
Динамическое испытание на сдвиг (60°C) Модуль сдвига, не менее Фазовый угол, не более	Па	6000	8000	9000	T 0628
		65	65	65	T 0628
Температура вспышки (COC), не менее	°C	230			T 0611
Растворимость (трихлорэтилен), не менее	%	97.5	97.5	97.5	T 0607
Восстановление упругости (25°C), не менее	%	65	70	75	T 0662
Разница температур размягчения, не более	°C	3			T 0661
TFOT (或 RIFOT)后 ^[9]					T 0609 (或 T 0610)
Изменение массы, не более	%	±0.6			
Остаточная пенетрация (25°C, 100г, 5с), не менее	%	60	65	70	T 0604
Пластичность (5°C, 5 см/мин), не менее	см	20	15	10	T 0605
Восстановление упругости (25°C), не менее	%	50	50	50	T 0662
Разница температур размягчения (TR&B)	°C	-5~+10			T 0606

Температура вспышки (COC), не менее	°C	280		230		T 0611	
Растворимость (трихлорэтилен), не менее		85~95	80~91	-		T 0607	
Восстановление упругости (25°C), не менее	%			60	55	50	T 0662
Разница температур размягчения, не больше	°C	≤2.5					T 0624
Относительная плотность (25°C)	-	Фактические измерения					T 0603
TFOT(或RIFOT)后							
Изменение массы, не более	%	±1.0	±1.0	±0.5	±0.5	±0.5	T 0609(或T 0610)
Остаточная пенетрация (25°C), не менее	%	70	70	65	65	65	T 0604
Растяжимость (25°C), не менее	см	-	-	≥15	≥10	≥8	T 0605

Таблица 3.1.1 Технические требования к битумной эмульсии

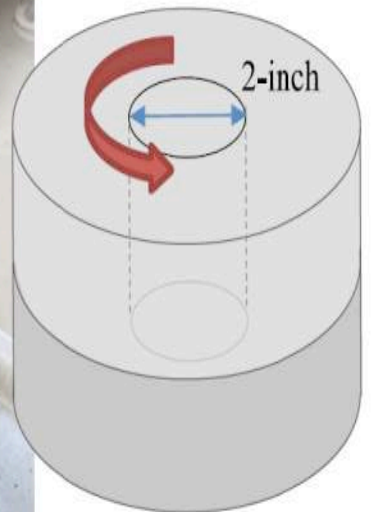
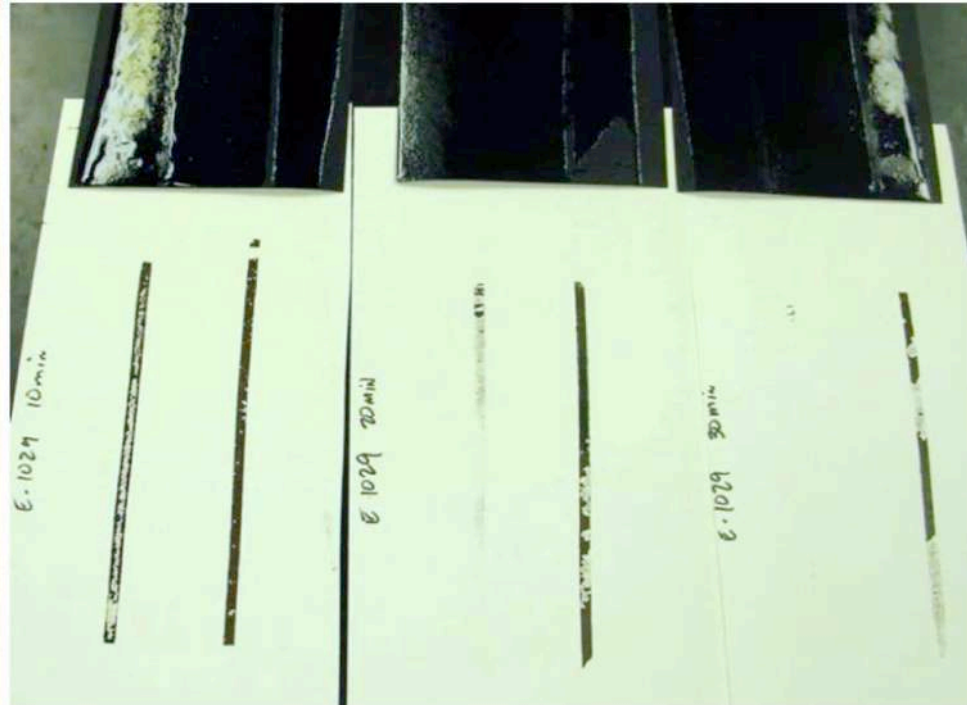
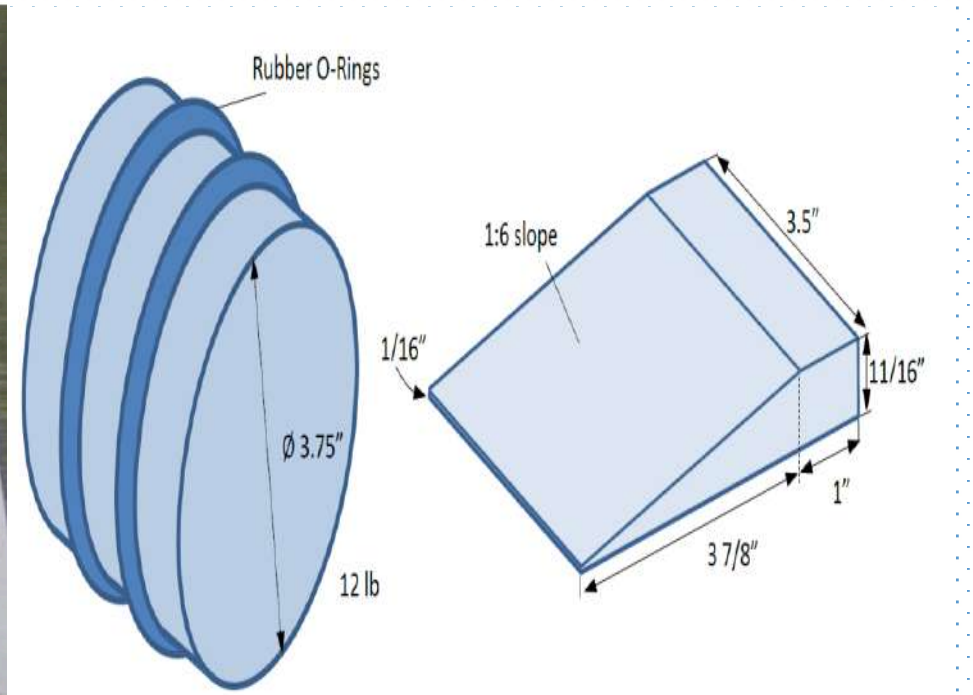
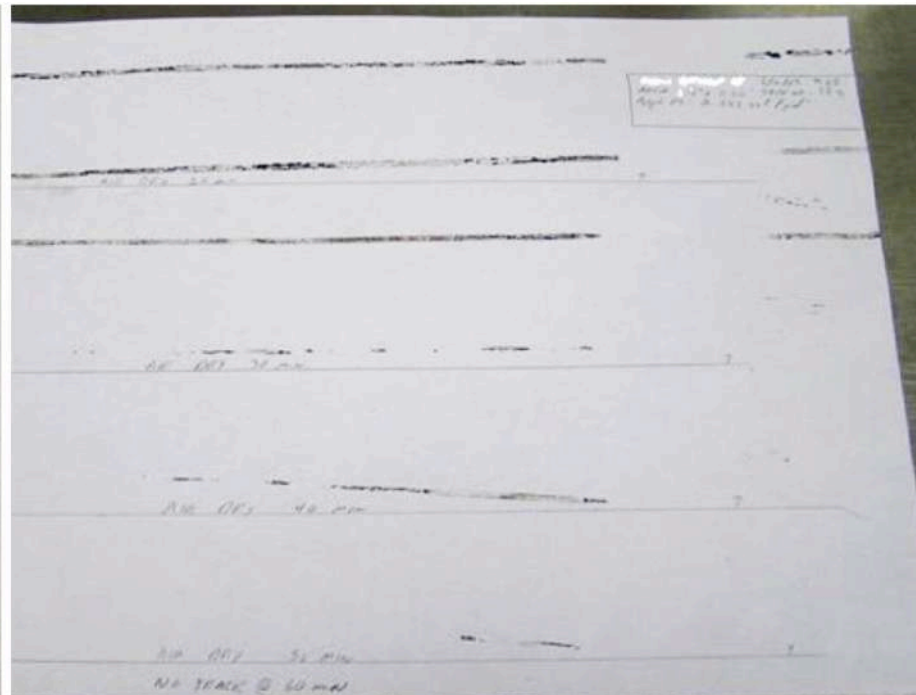
Наименование показателя		единица	Технические требования	метод эксперимента
Скорость распада		–	Быстрый или средний распад	Т 0658
Заряд частицы		–	Катион(+)	Т 0653
Энглера вязкость (25°С)		–	1 ~ 30	Т 0622
Остаток на сите (1,18 мм) не более		%	0,2	Т 0652
остаток испарения	Содержание остатков, не менее	%	50	Т 0651
	Пенетрация (25°С), не более	0,1 мм	40	Т 0604
	Температура размягчения, не менее	°С	65	Т 0606
	Динамическая вязкость при 60°С, не менее	Па•с	5000	Т 0625
	Растворимость (трихлорэтилен), не менее	%	97,5	Т 0607
Стабильность хранения	1д, не более	%	1	Т 0655
	5д, не более		5	Т 0655
Прочность на растяжение	25°С, не менее	мПа	1,2	Приложение А к этому руководству
	40°С, не менее		0,7	
Тест на антиприлипание	60°С	–		Приложение Б к этому руководству

Polymer-Modified Asphalt Cement for Trackless Tack

Property	Test Procedure	Trackless	
		Min	Max
Polymer		—	—
Viscosity, 275°F, cP	T 316	—	3000
Penetration, 77°F, 100 g, 5 sec	T 49	—	25
Softening Point, °F	T 53	170	—
Dynamic Shear, $G^*/\sin \delta$, 82°C, 10 rad/sec, kPa	T 315	1.0	—
Flash Point, C.O.C., °F	T 48	425	—
DSR Tackiness Test: Residue cohesive failure (dirty tip) or Tack Energy, J/m ²	Tex-XXX	—	None or 200
Lab Track-Free Time, 77°F, minutes	Tex-XXX	—	35

Polymer-Modified Emulsified Asphalt for Trackless Tack

Property	Test Procedure	Trackless	
		Min	Max
Viscosity, Saybolt Furol, 77°F, sec	T 72	20	100
Storage Stability, 1 Day, %	T 59	—	1
Settlement, 5-day, %	T 59	—	5
Sieve Test, %	T 59	—	0.1
Distillation Test: ¹ Residue by distillation, % by wt. Oil distillate, by volume of emulsion	T 59	50 —	— 1.0
Test on Residue from Distillation: Penetration, 77°F, 100 g, 5 sec Solubility in trichloroethylene, % Softening point, °F Dynamic shear, $G^*/\sin(\delta)$, 82°C, 10 rad/s, kPa	T 49 T 44 T 53 T 315	— 97.5 150 1.0	75 — — —
DSR Tackiness Test, 40°C: Residue cohesive failure (dirty tip) or Tack Energy, J/m ²	Tex-XXX	—	None or 200
Lab Track-Free Time, 77°F, minutes	Tex-XXX	—	35



*Image is of 4-inch diameter test



Спасибо