

PRO Битум и ПВБ 2025
Санкт-Петербург

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИТУМА ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ КНР

Чанъяньский университет
ХАО ПЭЙВЭНЬ



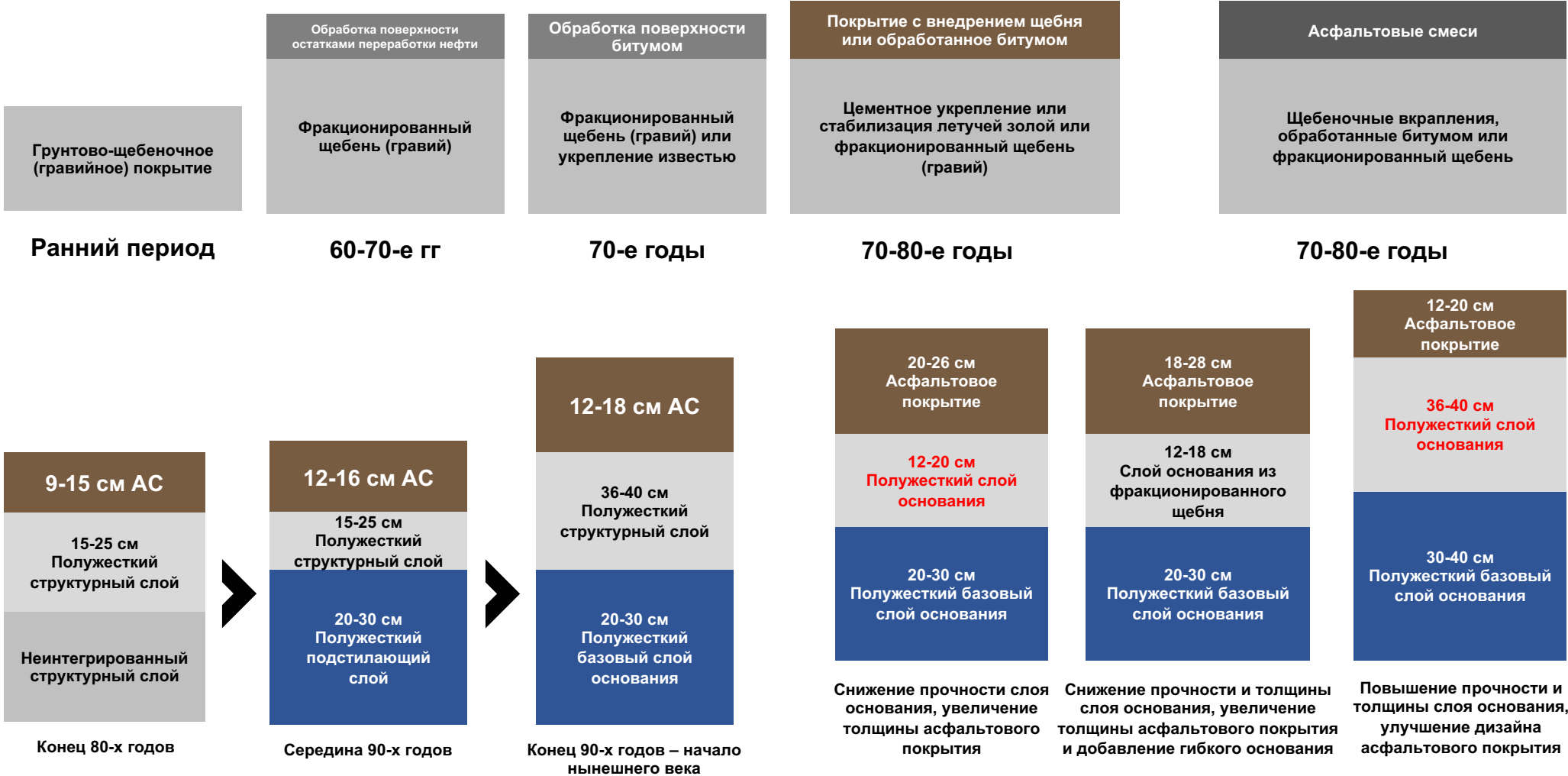
3 апреля
2025 года

Основное содержание

- Развитие концепций конструкции асфальтового покрытия высокоскоростных автомагистралей в Китае
- Классификация часто применяемого в Китае модифицированного битума
- Система технической оценки модифицированного битума

Развитие концепций конструкции асфальтового покрытия высокоскоростных автомагистралей в Китае

Развитие конструкций дорожного покрытия в Китае

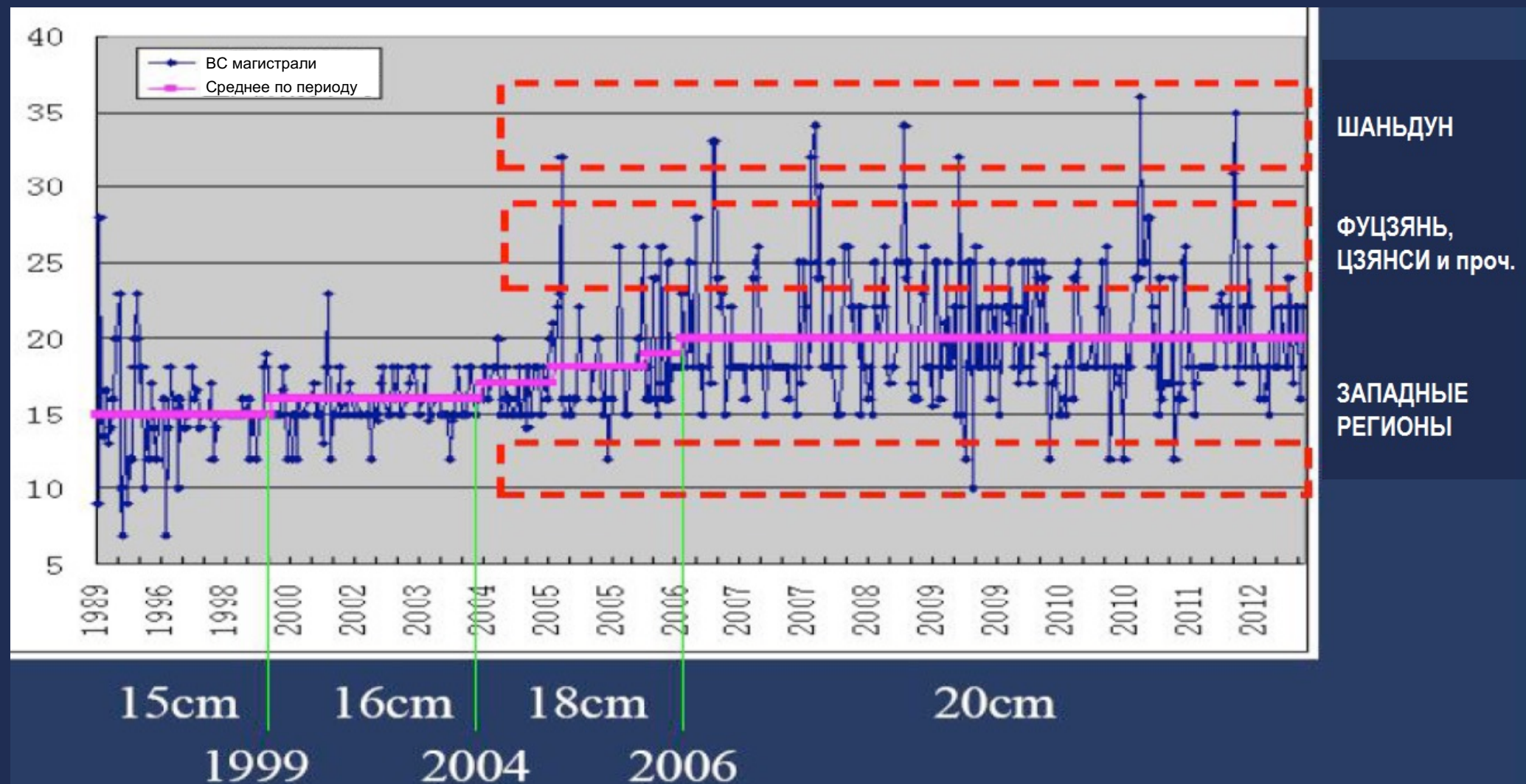


Типы конструкции и толщина дорожного покрытия в Китае

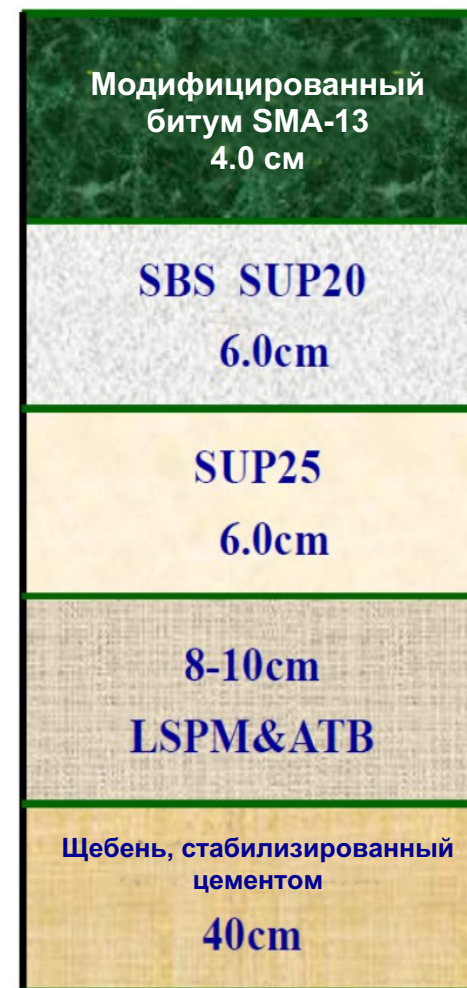
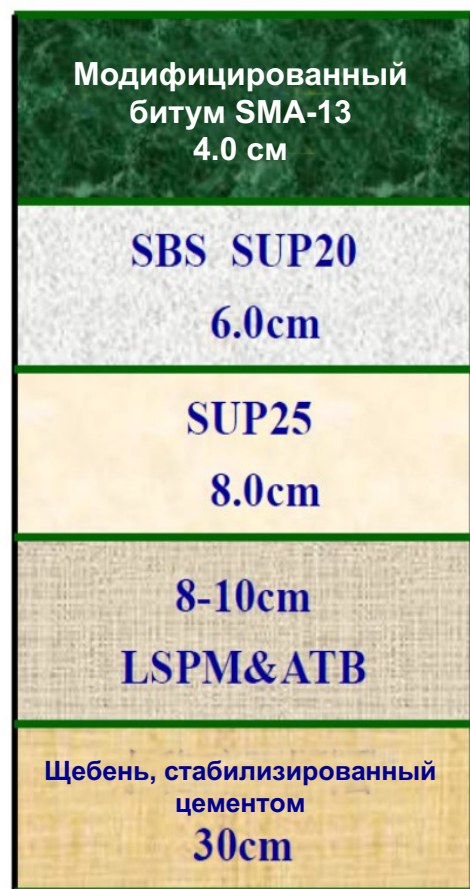


Изменение толщины конструкции асфальтового покрытия в Китае

Толщина слоя асфальта



Технологии производства нового поколения стимулируют изменения конструкции



Комбинированный дизайн структуры покрытия

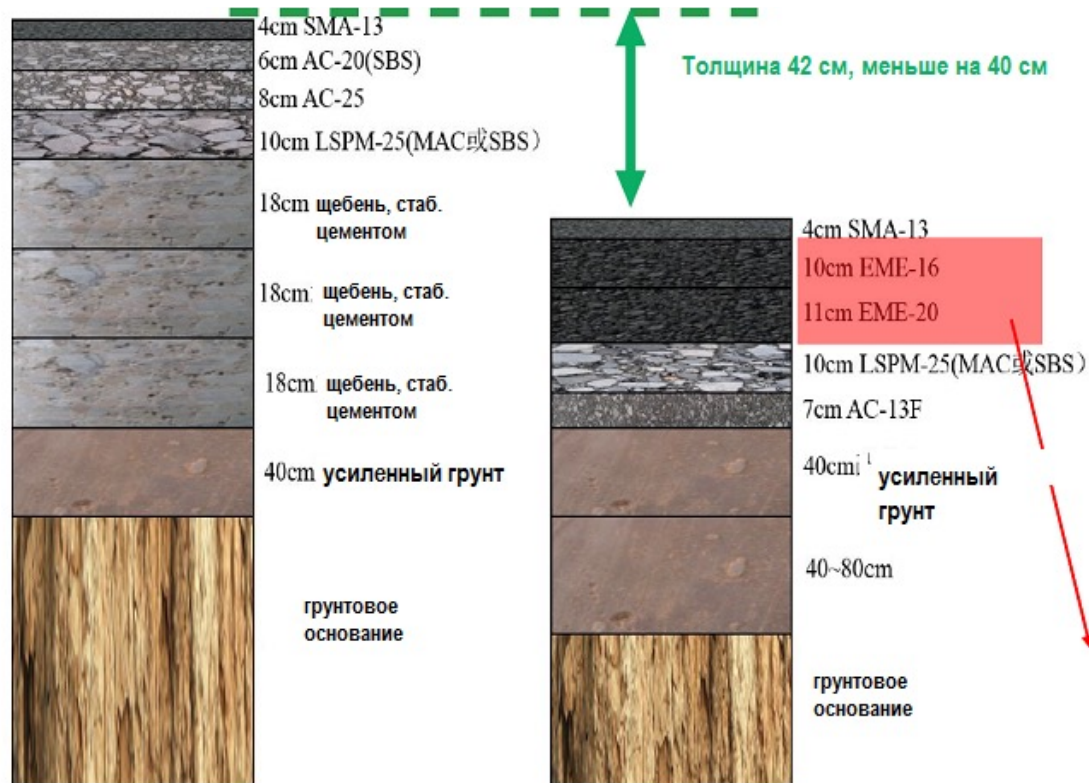
Сокращение времени на строительство и обслуживание, повышение эффективности

1. Ресурсосбережение
2. Долговечность
3. Эффективная безопасность

Цель: стимулировать трансформацию и модернизацию конструкций и оснащения дорог, механизмов и оборудования, технологий производства, оперативного управления и обеспечения безопасности.

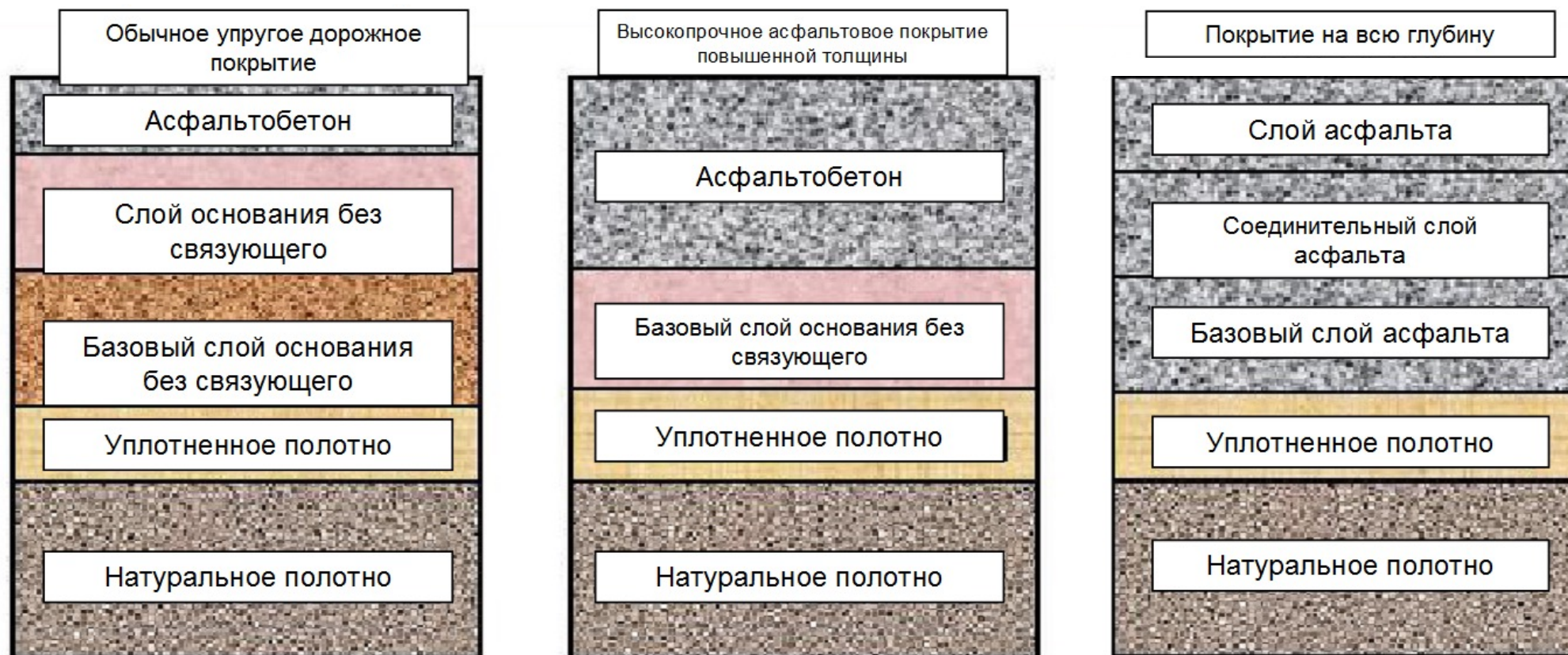
Срок службы превышает 30 лет

Срок службы превышает 40 лет



Долговечное сквозное дорожное покрытие из высококачественной битумной смеси

Сравнение структуры дорожного покрытия разных типов

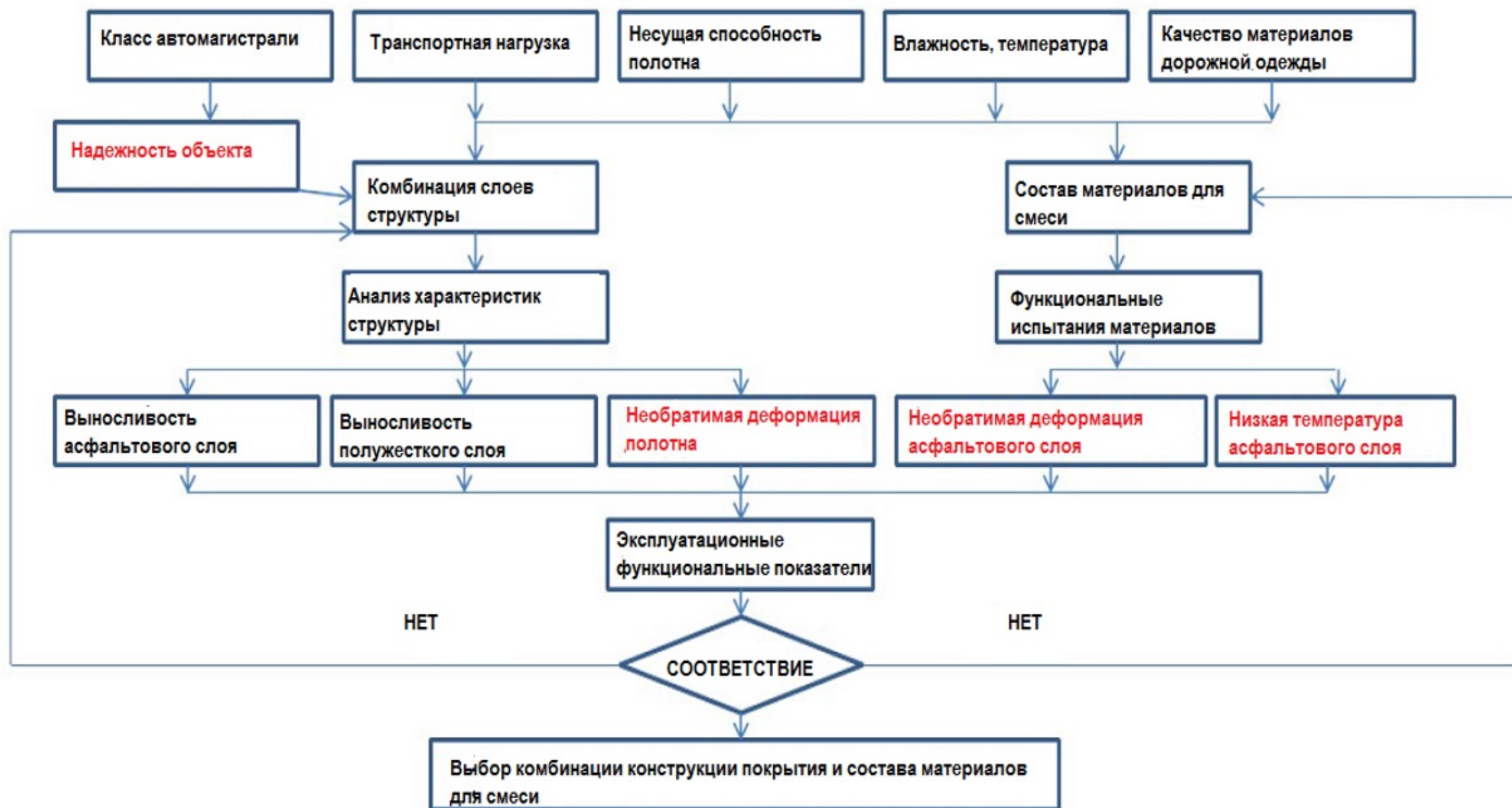


Сравнение структуры дорожного покрытия разных типов



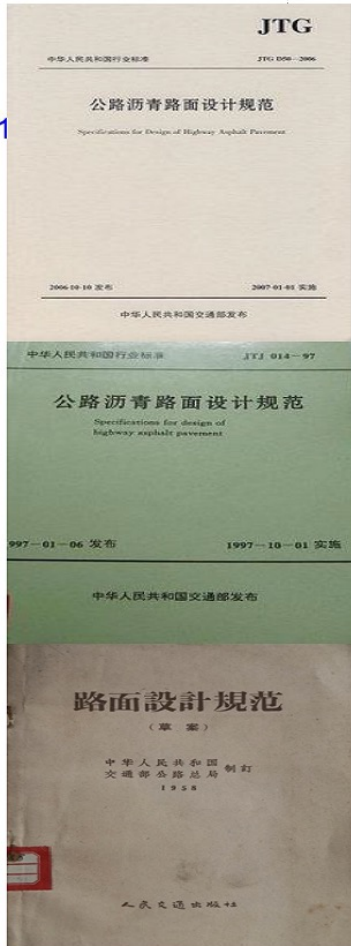
Эволюция системы регулирования проектирования асфальтового покрытия в Китае





Расчетный срок службы асфальтового покрытия в разных странах

Страна	Расчетный срок службы (лет)
Китай	15
США	20-50
Германия	30-40
Великобритания	40
Франция	20-30
ЮАР	15-30
Япония	10-20
Австралия	20-40



СХОДНОЕ КАЧЕСТВО
ГОВЕЧНОСТЬ mAC+
тое поколение G5

sr + DC
ОКОЕ КАЧЕСТВО /
ОКОСКОРОСТНЫЕ
МАГИСТРАЛИ
ертое поколение G4

ДНЕЕ КАЧЕСТВО /
ГОСТЬ ПОКРЫТИЯ
тье поколение G3

НИЗКОЕ КАЧЕСТВО /
ПРИМИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
Второе поколение G2

НАЧАЛО

Сере-
дина
века

2035

2018

2017

2016

2006

2005

1997

1987

1986

1981

1978

1976

1966

1962

1958

1951

1949

1947

1919

1906

«Четырехкратное увеличение» (срока службы) как генеральная цель

«Двукратное увеличение» как базовая цель

Приблизились к цели «двукратного увеличения»

«Стандарты проектирования асфальтового покрытия автомагистралей»

Полномасштабный испытательный трек для дорожного покрытия BJTrack

«Стандарты проектирования асфальтового покрытия автомагистралей» (JTJ D50)

«Руководящие мнения о предотвращении раннего износа асфальтового покрытия высокоскоростных автомагистралей»

«Стандарты проектирования асфальтового покрытия автомагистралей», «Закон о дорогах общественного пользования»; Открытие высокоскоростных автомагистралей Шанхай – Цзядин, Шэньян - Далянь

Запуск участков 1 и 2 очереди магистрали Пекин – Шицзячжуан, начало сооружения магистрали Пекин – Тяньцзинь – Тангу; SHRP

«Стандарты проектирования упругого дорожного покрытия» (JTJ 014)

«Технические стандарты сооружения автомагистралей» (JTJ 1)

«Правила проектирования упругого дорожного покрытия» (внутреннее экспериментальное примерение)

Тонкое внешнее покрытие, прочная основа и стабилизированный базовый основной слой

«Правила проектирования дорожного покрытия дорог общественного пользования» (JT 1004)

«План по развитию науки техники на 1963 – 1972 гг»: дороги общественного пользования / дорожное покрытие

Первый симпозиум по конструированию асфальтового дорожного покрытия ISAP»; поверхность из остатков нефтепереработки; «Нефтяной битум для дорог»

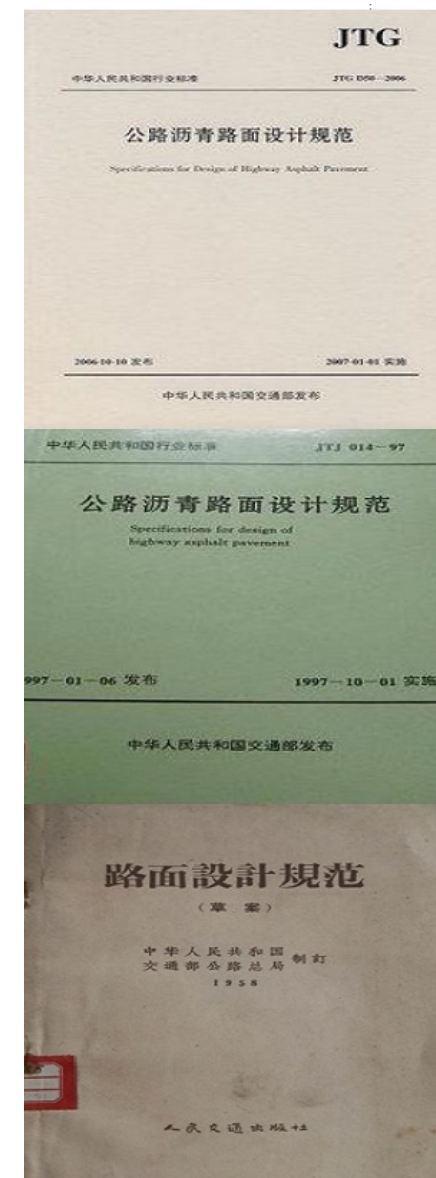
«Правила проектирования дорожной одежды» (проект); трек AASHTO

«Стандарты строительства и проектирования дорог» (проект)

«Первый пробный проект правил для дорожного покрытия дорог общественного пользования»

«Положение о ремонте и содержании дорог общественного пользования»

Окончание строительства дороги Тайлю в Циндао



Классификация часто применяемого в Китае модифицированного битума

Развитие полимерно-модифицированных битумов – Китай

- **80-е годы:** все еще на стадии проведения экспериментов в дорожном строительстве, применяется в малых масштабах
- **90-е годы:** успешное сооружение первой масштабной автомагистрали с применением резинового асфальта в провинции Шаньдун под руководством НИИ автодорог г. Чунцина
- **1992 год:** применена технология NOVOPHALT модифицированного битума при сооружении скоростной автомагистрали «Столичный аэропорт» (модификация композита PE + SBS)
- **1995 год:** Нефтехимическая корпорация Цилу – Министерством транспорта КНР был одобрен проект по исследованию транспортно- эксплуатационных характеристик дорог в столичном регионе, с использованием битума, модифицированного бутиловым каучуком
- **1998 год:** Министерство транспорта публикует «Технические нормы сооружения дорожного покрытия с модифицированным битумом для автомагистралей» (JTJ 036-98)

- **70-е годы:** способы модификации, такие как повышение вязкости с помощью продувки кислородом остатков от перегонки нефти, подмешивание густого битума из Тринидада или Албании, способствовали повышению консистенции вяжущего вещества и решению проблем вспучивания покрытия.
- **Конец 80-х годов:** модифицированный битум с добавкой буна-каучука, хлоропренового каучука, резинового порошка из списанных шин, а также добавка мыл металлов (на раннем этапе). Для дорог с большой нагрузкой и канализированным движением используется импортный базовый битум, соответствующий транспортным стандартам, все еще не решены проблемы колееобразования.
- **1992 год:** технология модификации на месте проведения работ NOVOPHALT компании Луаньтэ, которая позволяет вывести модифицированный битум из лаборатории и приступить к масштабному использованию в производстве.
- **Цинхай-Тибетская магистраль** с модифицированным битумом SBR; 1995 год - при сооружении дорог в аэропорт Пекина, восточной взлетно-посадочной полосы, скоростного шоссе Бадалин была использована композитная модификация PE+SBS; в 1997 году были применены модифицированные SBS смеси для сооружения магистрали Туншунь, проспекта Чанъаньцзе в Пекин.
- **21 век:** модификации SBS стали основными, используются SBR модификации, резиновый асфальт и проч.

Типы модифицированного битума

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ БИТУМ:

Добавка
модифицирующих
присадок

Улучшение
механических свойств

Стабильность при
высоких температурах
Стойкость к усталости

Сопротивление
растрескиванию при
низких температурах

ПОЛИМЕРЫ

Резина: SBR, CR

Термопластичная
резина: SBS

Термопластичная
смола: PE, EVA

Улучшение клейкости – Адгезионная добавка:
мыло щелочных металлов (органический марганец), органические амины

Стойкость к старению – Ингибиторная добавка:
пространственно-затрудненные фенолы, затрудненные амины

Физическая
модификация

Минеральные наполнители: технический углерод, сера, диатомит, волокна и проч.

Резиновый порошок из отходов

Добавление натурального битума (тринидадский битум, природный асфальт, морской битум)

Обработка битума – Битумная эмульсия, вспененный битум

Высокополимерно-модифицированный битум

В настоящее время **для улучшения характеристик битума** используются следующие высокополимеры:
смолы, каучук, сополимеры из смол и каучука

Высокополимеры из смол

- Полиэтилен (**PE**)
- Полипропилен (PP)
- Этиленвинилацетат (EVA)

Существенно улучшает показатель **стабильности** смеси

Высокополимеры из каучука

- Бутадиен-стирольный каучук (**SBR**)
- Хлоропреновый каучук (CR)
- Стирол-изопреновый каучук (SIR)
- Этилен-пропиленовый каучук (EPDR)

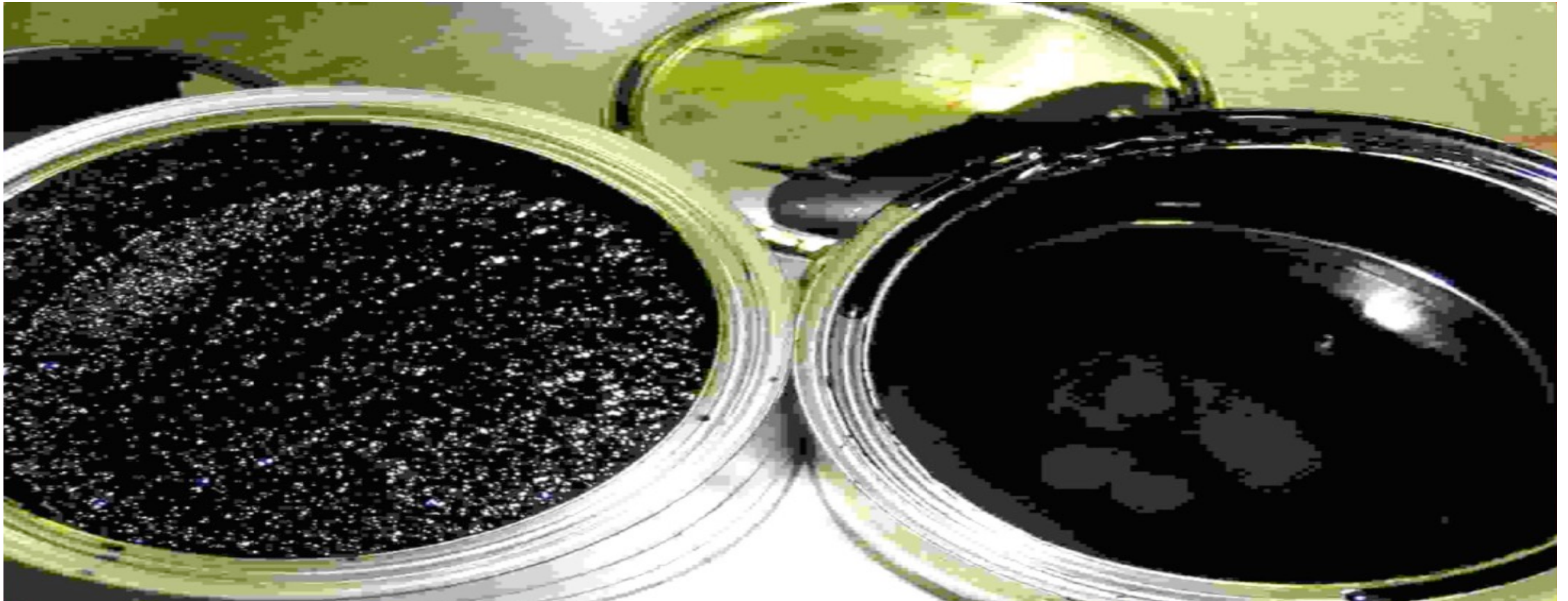
Заметно повышает **сопротивление растрескиванию при низких температурах**

Сополимеры из смол и каучука

- Стирол-бутадиен-стирольный блок-сополимер (SBS)
- Стирол-изопрен-стирольный блок-сополимер (SIS)

В определенной степени одновременно влияет на обе характеристики:
стабильность при высоких температурах и сопротивление растрескиванию при низких температурах

Резиновый асфальт и модифицированный резиной битум



Модифицированный резиной битум

Мокрый метод

резиновый порошок составляет **18-22%**

резиновый порошок составляет **15%**

резиновый порошок составляет **10%**

фабричная смесь

резиновый порошок составляет **5% + SBS**

фабричная смесь

резиновый порошок составляет **3,5%**

фабричная смесь

Сухой метод – составляет 1,2, 3% от массы заполнителя

Таблица 1. Сравнение показателей резинового асфальта разных типов

Тип резинового асфальта	Традиционный резиновый асфальт	Индустриальный резиновый асфальт	Асфальт с нано частицами резиновой крошки
Степень расщепляемости	Низкая (золь 20-30%)	Средняя (золь 40-50%)	Высокая (золь > 50%)
Способ действия	Эффект упругого песка	Эффект упругого минерального порошка	Эффект цементации
Соотношение вязкого нефтяного битума к минеральным материалам	7-9	5,5 – 6,5	4,5 – 5,5

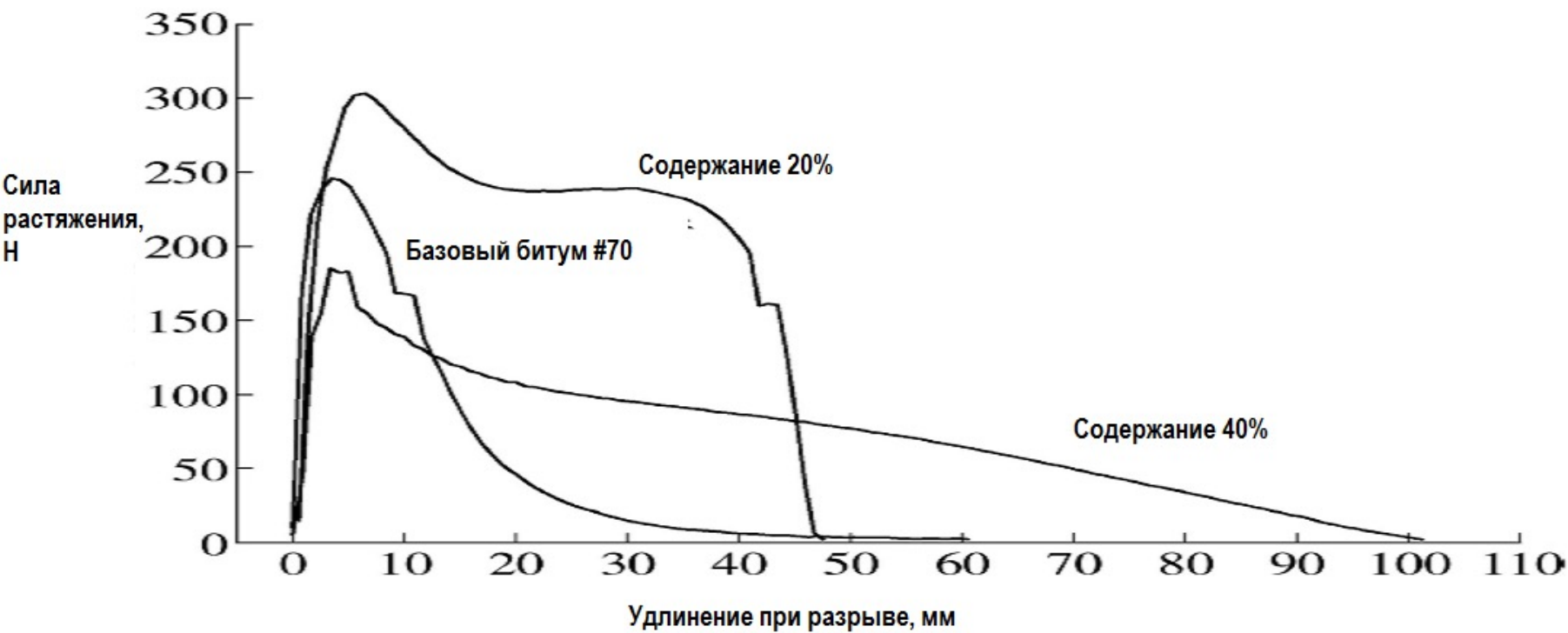
Таблица 2. Сравнение себестоимости тонны модифицированного битума разных типов

Показатель	Модифицированный битум SBS	Индустриальный резиновый асфальт	Асфальт с нано частицами резиновой крошки
Модифицирующая присадка	SBS 0.045 т x 14 000 (юаней за тонну [-1]) = 630 юаней	Резиновый порошок 0,185 т x 2000 (юаней за тонну [-1]) + SBS 0.015 т x 14 000 (юаней за тонну [-1]) = 580 юаней	Резиновая крошка 0,290 т x 3300 (юаней за тонну [-1]) + SBS 0.010 т x 14 000 (юаней за тонну [-1]) = 1097 юаней
Битум	0,955 т x 4100 (юаней за тонну [-1]) = 3915 юаней	0,800 т x 4100 (юаней за тонну [-1]) = 3280 юаней	0,700 т x 4100 (юаней за тонну [-1]) = 2870 юаней
Расходы на обработку (юаней)	300	600	450
Итого (юаней)	4845	4460	4417

Примечание: базовый битум рассчитывается исходя из стоимости 4100 юаней за тонну, SBS – исходя из 14000 юаней за тонну, резиновый порошок – исходя из 2000 юаней за тонну, резиновая крошка – 3300 юаней за тонну.

Испытательный показатель		Модифицированный битум с ультравысоким (40%) содержанием резинового порошка	Модифицированный битум с обычным (20%) содержанием резинового порошка
Глубина проникания иглы (25°C, 100 г, 5 с) / 0,1 мм		69	48
Температура размягчения / °C		72,0	72,5
Вязкость при вращении 180°C / (Па·с)		20	12
Упругое восстановление / %		3,2	2,3
Сепарация (от температуры размягчения) / °C		0,5	0,3
Остаточное вяжущее после TFOT	Потеря массы / %	- 0,30	- 0,35
	Глубина проникания иглы / %	76	82
	Растяжимость (5°C) / см	12	9
Остаточное вяжущее после PAV	Потеря массы / %	49,3	52,1
	Глубина проникания иглы / %	82,5	81,5
	Растяжимость (5°C) / см	6	4

Рисунок 1. Сила вязкости модифицированного битума с разным содержанием резинового порошка



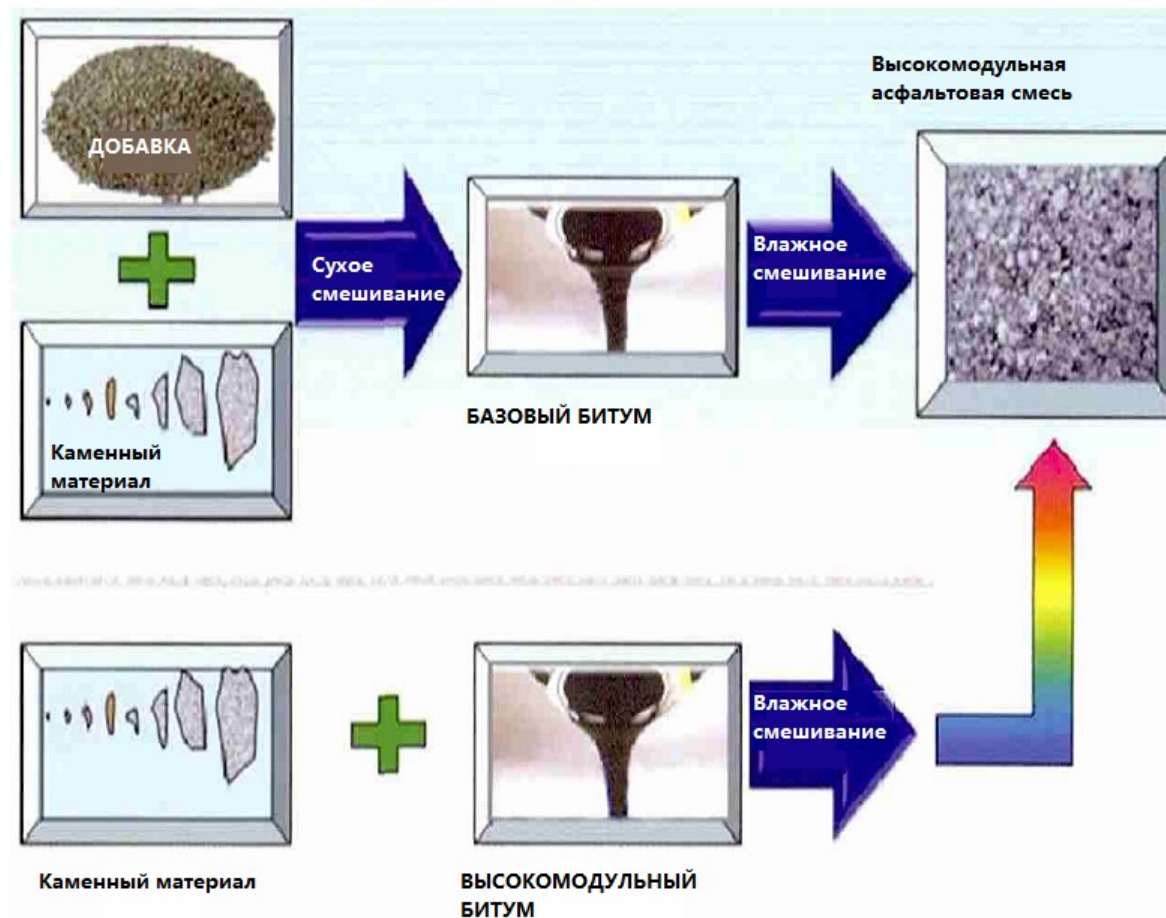
Примесь резинового порошка / %	Исходное вещество, 88° С (G*/sinδ) / кПа	RTFOT, 88° С (G*/sinδ) / кПа	При (G*/sinδ) < 5 000 кПа минимальная температура /° С	Модуль упругости (-24° С) /° С	Скорость ползучести (-24° С)	Класс по PG
20	1 806,7	3 017,8	16	329,541 8	0,289 7	88-28
40	1 502,5	2 767,2	10	166,980 1	0,314 7	88-34

Способ приготовления высокомодульного асфальтобетона

(1) Используйте низкосортный битумный связующий материал (гильсонит, например, битум 30#).

(2) Используйте высокомодульные добавки или специальные модифицированные битумы. Высокомодульные модификаторы показаны на рисунке 3.

(3) Добавьте натуральный битум с высокой температурой плавления, например, каменный битум или озерный битум [1].



ICN 93.080.20;75.140

P 66

Номер записи:



Отраслевые стандарты транспортных перевозок
Китайской Народной Республики

JT/T 860.5-2014

ДОБАВКИ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНЫХ СМЕСЕЙ ЧАСТЬ 5: **НАТУРАЛЬНЫЙ БИТУМ**

Дата публикации: 2024-04-15

Дата введения: 2014-09-01

Опубликовано Министерством транспорта
Китайской Народной Республики

Сухая технология:

Технология, при которой натуральный битум непосредственно загружается в смесительный котёл для производства смеси без прохождения этапа смешивания с базовым битумом.

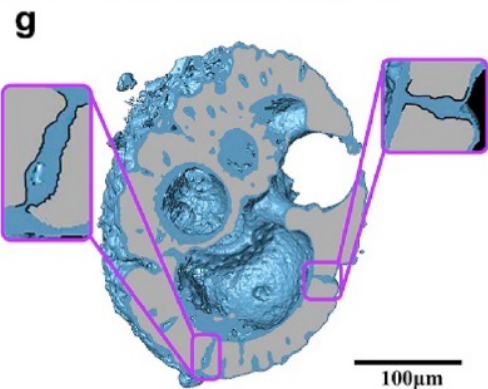


Мокрая технология:

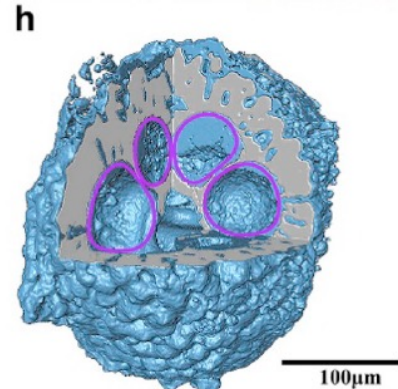
Технология, при которой натуральный битум равномерно смешивается с базовым битумом для получения натурального модифицированного битума, который затем используется для производства асфальтовой смеси.



(1) Активирует природный битум, чтобы полностью высвободить активные ингредиенты.



Поперечное сечение отдельной частицы каменного битума



Сечение в профиль частицы каменного битума



(2) Натуральная резиновая масса, повышенная водостойкость и долговечность.

(3) Можно транспортировать и хранить в течение длительного времени без распада.

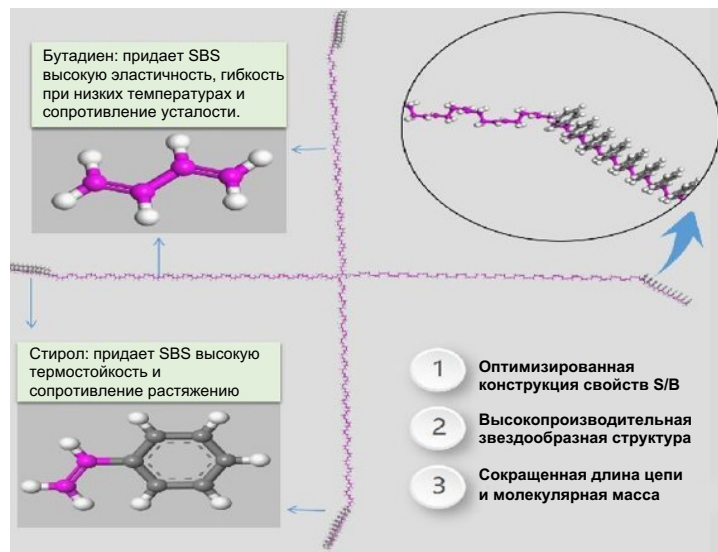
(4) Заводское производство, более стабильное качество.

Состав **Вес %**

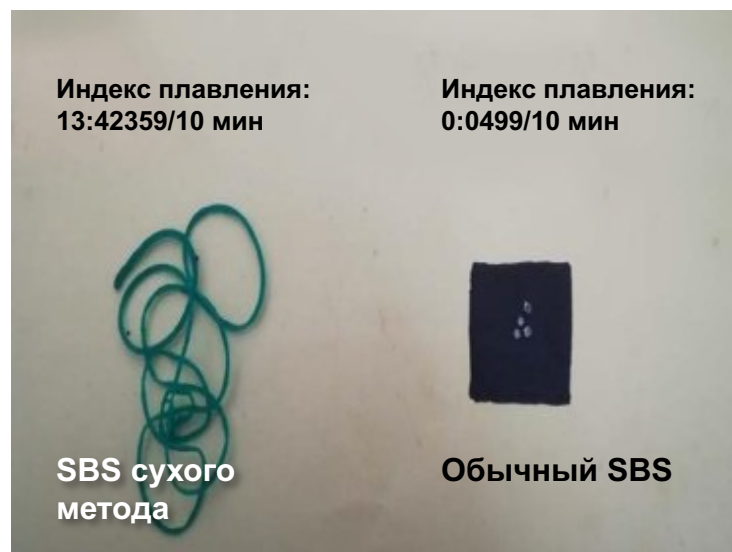
CaO	70,38
SiO ₂	12,49
SO ₃	7,89
Al ₂ O ₃	4,69
Fe ₂ O ₃	1,98
MgO	1,57
Na ₂ O	,255
TiO ₂	,177
K ₂ O	,175
SrO	,156
P ₂ O ₅	,125
Cr ₂ O ₃	,0261
V ₂ O ₅	,0240
MnO	,0235
NiO	,0148
MoO ₃	,0108
ZrO ₂	,0061
Rb ₂ O	,0032
CuO	,0027
ZnO	,0017

Новый материал для модификации SBS сухим методом

Новый материал – **высокоэффективный, низкоплавкий, микронный** модификатор SBS сухим методом, который можно использовать непосредственно в битумосмесительных установках, быстро плавится за 1 минуту смешивания для производства модифицированных SBS асфальтобетонных смесей.



Разработка молекулярной структуры модификаторов SBS со **сбалансированными характеристиками и быстрой плавкой**



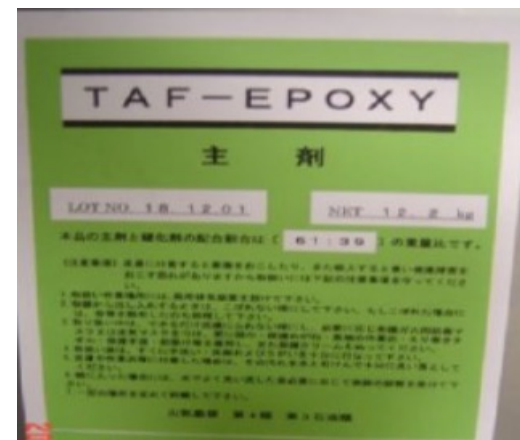
Индекс плавления высокоэффективной добавки **повышен более чем в 100 раз** по сравнению с обычным SBS.



Физический размер предварительно измельченного до микронного уровня составляет около 1/100 от размера обычного SBS.

Эпоксидный битум

- Американский эпоксидный битум
- Японский эпоксидный битум
- Эпоксидный битум отечественного производства

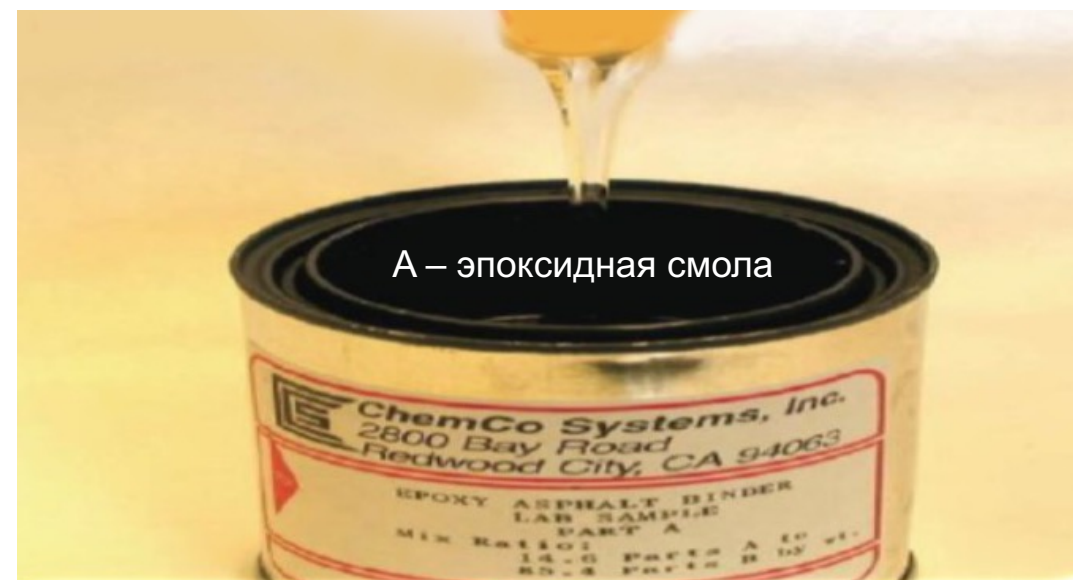


Главный агент

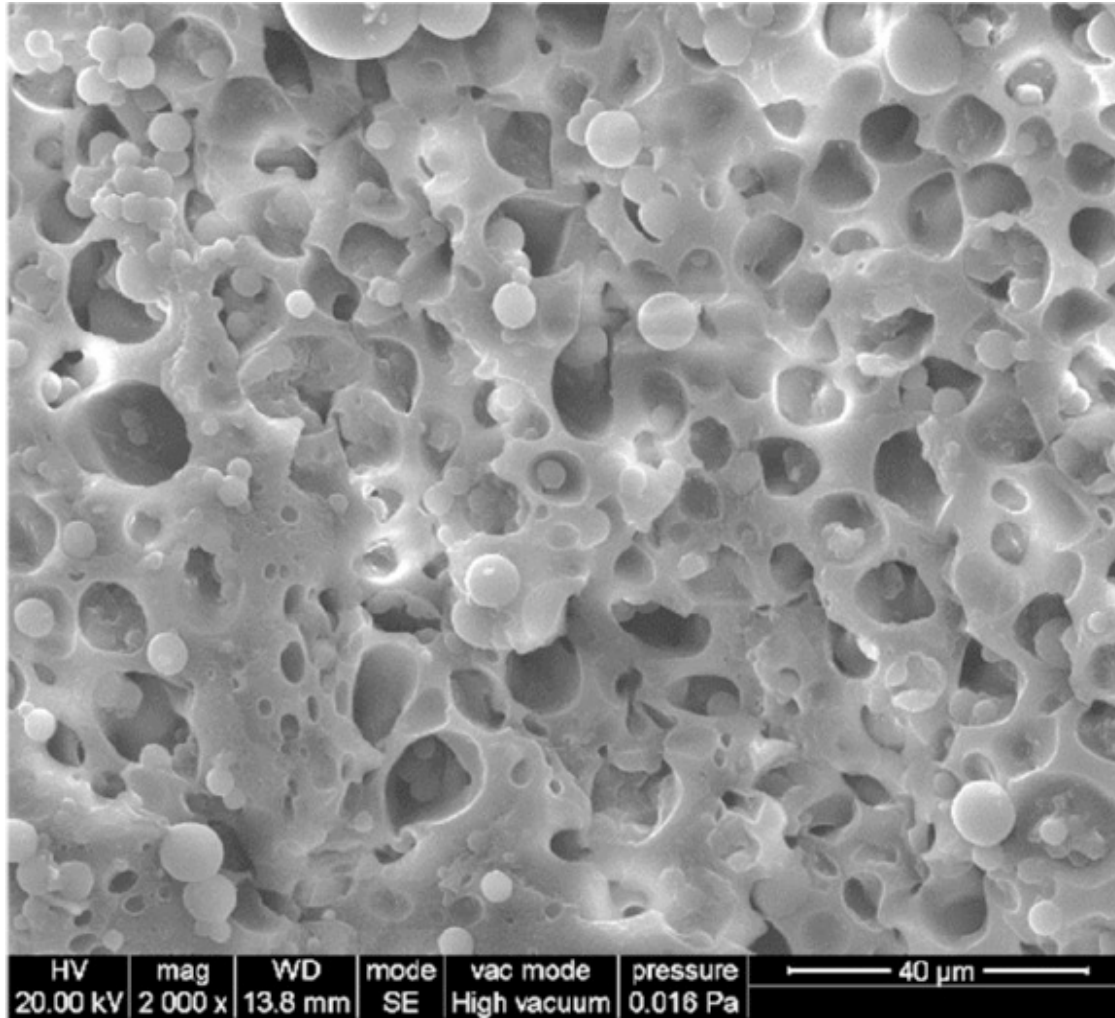


Отвердитель

- Настил проезжей части стальных мостов
- Настил проезжей части цементобетонных мостов
- Пригодный к употреблению OGFC и SMA



Эпоксидный битум



Микроструктура SEM эпоксидной смолы KD



Флуоресцентная микроструктура эпоксидного битума KD

Эпоксидный асфальтобетон

Эпоксидный битум производится путем добавления **эпоксидной смолы** в битум, которая, реагируя с отвердителем, образует необратимое отвердевшее вещество, благодаря чему качества битума **из термопластичных преобразуются в термореактивные**, придавая битуму превосходные физические и механические свойства.

Эпоксидный асфальтобетон теплого смешивания (WEA), представленный **Соединенными Штатами и Китаем**

Эпоксидный асфальтобетон горячего смешивания (HEA), представленный **Японией**

Спецификация	Технология производства	Индексы расчетов состава смеси
Американские ASTM, AASHTO	Американский эпоксидный асфальтобетон использует эпоксидный битум теплого смешивания , включающий два компонента А и В, которые смешиваются в определенной пропорции, при этом соблюдаются строгие требования ко времени и температуре в процессе смешивания	Индекс теста Маршаллу, а также предельная деформация изгиба при низкой температуре и остаточная устойчивость
Японские стандарты для настила моста Сикоку в Хонсю	Используется эпоксидный битум горячего смешивания , технологический процесс которого значительно отличается от американского эпоксидного битума, представляет собой трехкомпонентный материал , состоящий из базового битума, главного агента (эпоксидной смолы) и отвердителя.	Индекс теста Маршалла, а также динамическая устойчивость и остаточная устойчивость
Китайские нормы и стандарты (DB13/T1789-2013) (GB/T30598-2014) (DB32/T 3292-2017)	Определены нормы эксплуатационных характеристик битумного бетона с использованием эпоксидного битума как теплого смешивания, так и горячего смешивания	Индекс теста Маршалла, а также динамическая устойчивость, предельная деформация изгиба при низкой температуре и соотношение прочности на разрыв при замораживании и оттаивании (TSR)

Система оценки модифицированного битума

НОРМАТИВЫ ПО БИТУМНОМУ ВЯЖУЩЕМУ:



Нормативы степеней проникновения

Нормативы степеней вязкости

**Нормативы степеней эффективности
(спецификация PG)**

Система степеней проникновения

- **Высокотемпературные характеристики:**
точка размягчения, вязкость
- **Устойчивость к старению:**
растяжимость после старения
- **Низкотемпературные характеристики:**
растяжимость
- **Обобщенный показатель:**
содержание парафинов

Таблица 4.2.1. Технические требования к дорожному нефтяному битуму

UDC

Государственный стандарт
Китайской Народной Республики

Р

GB/T50092-2022

СТАНДАРТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
И ПРИЕМОЧНОМУ КОНТРОЛЮ
АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ
АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Дата публикации: 2022-XX-XX Дата введения: 2022-XX-01

Совместное издание Министерства жилищного,
городского и сельского строительства Китайской
Народной Республики и Государственного
управления по контролю и регулированию рынка



Испытательный показатель	Ед. изм.	# 15	# 25	# 35	# 45	# 50	# 70	# 90	# 110	# 130	Метод испыт.
Глубина проникания иглы (25° С, 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	° С	≥ 60	≥ 57	≥ 55	≥ 50	≥ 48	≥ 44	≥ 43	≥ 42	≥ 39	GB/T 4507
Растяжимость (15° С, 5 см/мин)	см	-				≥ 80	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	GB/T 4507 4508
Растяжимость (25° С, 5 см/мин)	см	≥ 10	≥ 30	≥ 50	≥ 80	-					
Динамическая вязкость (60° С)	Па·с	≥ 2000	≥ 1100	≥ 600	≥ 350	фактическое значение					JTGE 20T0620
Температура вспышки в открытом тигле	° С	≥ 260				≥ 230					GB/T 267
Содержание парафина	%	≤ 3,0									JTGE 20T0615
Плотность	кг/м3	фактическое значение									GB/T 8928
Растворимость (трихлорэтилен)	%	≥ 99,0									GB/T 11148
Испытание на старение: печь старения в тонком слое (TFOT) (163 ° С, 5 ч)											
Изменение массы (абсолютное значение)	%	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,6	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,0	GB/T 5304
Проникание иглы	%	≥ 70	≥ 67	≥ 65	≥ 63	≥ 58	≥ 55	≥ 50	≥ 48	≥ 46	GB/T 4509
Растяжимость (15° С, 5 см/мин)	см	-				отч	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 100	GB/T 4508
Растяжимость (25° С, 5 см/мин)	см	фактическое значение				-					

Таблица 4.3.1. Технические требования к полимерно-модифицированному битуму

Испытательный показатель	Ед. изм.	SBS – тип I				SBR – тип II			EVA, PE – тип III				Метод испытаний
		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° С, 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
Индекс проникания иглы PI [1]	-	≥ -1,2	≥ -0,8	≥ -0,4	≥ 0	≥ -1,0	≥ -0,8	≥ -0,6	≥ -1,0	≥ -0,8	≥ -0,6	≥ -0,4	JTG E20 T0604
Растяжимость (5° С, 5 см/мин)	см	≥ 50	≥ 40	≥ 30	≥ 20	≥ 60	≥ 50	≥ 40	-				GB/T 4508
Температура размягчения (Т R&B)	° С	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 45	≥ 48	≥ 50	≥ 48	≥ 52	≥ 56	≥ 60	GB/T 4507
Видимая вязкость (135° С) [2]	Па·с	≤ 3											JTG E20 T0625
Температура вспышки (СОС)	° С	≥ 230				≥ 230			≥ 230				GB/T 267
Растворимость (трихлорэтилен)	%	≥ 99				≥ 99			-				GB/T 11148
Упругое восстановление (25° С)	%	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 75	-			-				JTG E20 T0662
Сила вязкости	Н·м	-				≥ 5			-				JTG E20 T0624
Вязкая твердость	Н·м	-				≥ 2,5							JTG E20 T0624
Сепарация (от температуры размягчения) [2]	° С	≤ 2,5				-			Нет явного выделения и конденсации модификатора				JTG E20 T0624
Испытание на старение: печь старения в тонком слое (TFOT) (163 ° С, 5 ч)													GB/T 5304
Изменение массы (абсолютное значение)	%	≤ 1,0											
Проникание иглы	%	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 50	≥ 55	≥ 58	≥ 60	GB/T 4509
Растяжимость (10° С, 5 см/мин)	см	≥ 30	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 30	≥ 20	≥ 10	-				GB/T 4508
Разница температуры размягчения [1]	° С	-8 - +10	-8 - +10	-10 - +10	- 10 - +10	-							GB/T 4507

Таблица 4.2.1-2. Технические требования к дорожному нефтяному битуму

JTG

Отраслевой стандарт
Китайской Народной Республики

JTG F40-201X

ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЙ
АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

(Утвержденный проект)

Дата публикации: 201X-XX-XX Дата введения: 201X-XX-01

Издание Министерства транспорта Китайской Народной Республики

Наименование показателя	Ед. изм.	Клас с	Марка битума															Метод испыт ания			
			# 160 [1]	# 130 [1]	# 110	# 90					# 70					# 50 [2]	# 35 [3]		# 25 [3]	# 20 [4]	# 15 [4]
Глубина проникания иглы (25° С, 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	Т 0604
Климатическая зона применения	-		-	-	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	1-4	-			-	
Индекс проникания иглы PI [5]	-	A	-1,5 - +1,0													-1,5 - +1,0			Т 0604		
		B	-1,8 - +1,0																		
Температура размягчения (Т R&B), не менее	° С	A	38	40	43	45			44			46		45		48-56	52-60	56-64	60-70	63-73	Т 0606
		B	36	39	42	43			42			44		43							
		C	35	37	41	42					43										
Динамическая вязкость (60° С), не менее	Па·с	A	-	60	120	160			140			180		160		250	500	800	1500	2000	Т 0620
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	A	50	50	40	45	30	30	30	20	20	15	25	20	15	-	-	-	-	-	Т 0605
		B	30	30	30	30	20	15	20	15	15	10	20	15	10						
Растяжимость (15° С, 5 см/мин), не менее	см	A, B	100													80	-	-	-	-	
		C	80	80	60	50			40												
Растяжимость (20° С, 5 см/мин), не менее	см	A	-													-	50	40	30	20	
Содержание парафина (метод дистилляции)	%	A	2,2													2,2			Т 0615		
		B	3,0																		
		C	4,5																		
Температура вспышки (СОС), не менее	° С		230			245					260					260			Т 0611		
Растворимость (трихлорэтилен)	%		99,5													99,0			Т 0607		
Относительная плотность (25° С)	-		Фактическое значение																Т 0603		
После испытаний на старение по TFOT (или RTOF) [6]																					Т 0609 (или Т 0610)
Изменение массы, не более	%		± 0,8													± 0,6	± 0,5	± 0,3	± 0,3	± 0,3	Т 0604
Проникание иглы (25° С, 100 г, 5 с), не менее	%	A	48	54	55	57					64					63	65	67	67	67	
		B	45	50	52	54					58										
		C	40	45	48	50					54										
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	A	12	12	10	8					6										Т 0605
		B	10	10	8	6					4										
Растяжимость (15° С, 5 см/мин), не менее	см	C	40	35	30	20					15										
Разница температуры размягчения (Т R&B), не более [5]	° С		-	-	-	-					-					9	8	8	8	8	Т 0606

Таблица 4.5.2.
Технические требования
к полимерно-модифицированному битуму

Испытательный показатель	Ед. изм.	SBS – тип I					SBR – тип II			EVA, PE – тип III				Метод испыт .	
		I-A	I-B	I-C	I-D	I-E	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C	III-D		
Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с)	0,1 мм	>100	80- 100	60- 80	40- 60	20- 40	>100	80- 100	60- 80	>80	60- 80	40- 60	30- 40	T 0604	
Индекс проникания иглы PI [1], не менее	-	-1,2	-0,8	-0,4	0	0	-1,0	-0,8	-0,6	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	T 0604	
Растяжимость (5° С, 5 см/мин), не менее	см	50	40	30	20	10	60	50	40	-				T 0605	
Температура размягчения (T R&B), не менее	° С	50	55	60	65	85	45	48	50	48	52	56	60	T 0606	
Видимая вязкость (135° С) [2], не менее	Па·с	3												T 0625	
Температура вспышки (COC), не менее	° С	230				280	230			230				T 0611	
Растворимость (трихлорэтилен), не менее	%	99								-				T 0607	
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	65	70	75	85	85	-			-				T 0662	
Сила вязкости (25° С), не менее	Н·м	-					5			-				T 0624	
Сепарация (от температуры размягчения), не более	° С	2,5					-			Нет явного выделения и конденсации модификатора				T 0661	
Относительная плотность (25° С)	-	Фактическое значение												T 0613	
После испытаний на старение по TFOT (или RTOF) [6]															T 0609 (или T 0610)
Изменение массы, не более	%	±1,0													
Проникание иглы (25° С, 100 г, 5 с), не менее	%	50	55	60	65	70	50	55	60	50	55	58	60	T 0604	
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	30	25	20	15	-	30	20	10					T 0605	
Разница температуры размягчения (T R&B), не более [1]	° С	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-2 - +8	-2 - +8	-2 - +8	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	T 0606	

Таблица 4.5.3. Технические требования
к модифицированному
высокоэластичному битуму

Испытательный показатель	Ед. изм.	Тип модифицированного высокоэластичного битума категории HE (4 типа)					Метод испыт.
		HE-A	HE-B	HE-C	HE-D	HE-E	
Климатическая зона	-	-	-	районы со знойным летом	районы с теплым летом	районы с прохладным летом	
Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с)	0,1 мм	40-80	40-100	80-100	70-90	60-80	Т 0604
Растяжимость (5° С, 5 см/мин), не менее	см	30	30	60	50	40	Т 0605
Температура размягчения (Т R&B), не менее	° С	80	75	75	80	85	Т 0606
Видимая вязкость (175° С), не менее	Па·с	3,0					Т 0625
Видимая вязкость (135° С), не менее	Па·с		3,0	3	3	3	Т 0625
Динамическая вязкость (60° С) [1], не менее	Па·с	50000	20000				Т 0620
Температура вспышки (СОС), не менее	° С	230	230	230	230	230	Т 0611
Растворимость (трихлорэтилен), не менее	%	99	99	99	99	99	Т 0607
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	95	85	80	85	90	Т 0662
Сила вязкости (25° С), не менее	Н·м	25	20				Т 0624
Сепарация (от температуры размягчения), не более	° С	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Т 0661
Относительная плотность (25° С)	-	Фактическое значение	Фактическое значение	Фактическое значение	Фактическое значение	Фактическое значение	
После испытаний на старение по TFOT (или RTOF) [3]							Т 0609 (или Т 0610)
Изменение массы, не более	%	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	±1,0	
Проникание иглы (25° С, 100 г, 5 с), не менее	%	65	65	65	65	65	Т 0604
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	20	20	35	30	35	Т 0605
Разница температуры размягчения (Т R&B), не более [4]	° С	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	Т 0606

Таблица 4.5.4-3. Технические требования к резиновому асфальту из резиновой крошки отходов автомобильных шин

Испытательный показатель	Ед. изм.	Тип резинового асфальта (5 типа)					Метод испытаний.
		AR-A	AR -B	AR -C	AR -D	AR -E	
Климатическая зона	-	районы с холодной зимой	районы с теплой зимой	районы с теплым летом	-	-	-
Видимая вязкость (180° С)	Па·с	1,5 – 3,0	2,5 – 3,5	3,0 – 4,0	3,0 – 4,5	2,0 – 4,0	Т 0625 или Т 0677 [1]
Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с)	0,1 мм	60 - 80	50 - 70	40 - 60	40 - 60	25 - 60	Т 0604
Температура размягчения (Т R&B), не менее	° С	50	58	65	65	60	Т 0604
Растяжимость (5° С, 1 см/мин), не менее	см	10	10	5	20	5	Т 0605
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	50	55	60	75	70	Т 0662
Разница температуры размягчения (Т R&B) [3]	° С	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	-5 - +10	Т 0606

Таблица 4.5.5. Технические требования к модифицированному резиновому асфальту из резиновой крошки

Испытательный показатель	Ед. изм.	Тип резинового асфальта (5 типа)			Метод испытаний
		AR-PA	AR -PB	AR -PC	
Климатическая зона	-	районы с холодным климатом	районы с мягким климатом	районы с жарким климатом	Приложение 1
Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с)	0,1 мм	20	15	10	Т 0604
Испытание на модуль жесткости и предел ползучести с помощью реометра, изгибающего палочку [1] (-16° С) предел ползучести и жесткость, не более значение в м, не менее	МПа -	300 0,3	250 0,3	250 0,3	Т 0627 Т 0627
Температура размягчения (Т R&B), не менее	° С	55	60	65	Т 0606
Видимая вязкость (175° С)	Па·с	1-3	1-3	1-3	Т 0625
Испытание на динамический сдвиг [2] (60° С) Модуль сдвига, не менее Фазовый угол, не более	Па °	6500 65	8000 65	10000 65	Т 0628 Т 0628
Динамическая вязкость [2] (60° С), не менее	Па·с	6000	6000	6000	Т 0620
Температура вспышки (COC), не менее	° С	230			Т 0611
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	65	70	75	Т 0662
Сепарация (от температуры размягчения), не более	° С	5			Т 0661
После испытаний на старение по TFOT (или RTOF) [4]					Т 0609 (или Т 0610)
Изменение массы, не более	%	± 0,6			
Проникание иглы (25° С, 100 г, 5 с), не менее	%	60	65	70	Т 0604
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	15	10	5	Т 0605
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	50	50	50	Т 0662
Разница температуры размягчения (Т R&B) [5]	° С	-5 - +8			Т 0606

Таблица 4.5.6. Технические требования к модифицированному битуму из полимерно-резинового композита

Испытательный показатель	Ед. изм.	Тип резинового асфальта (5 типа)			Метод испытаний
		AR-MA	AR -MB	AR -MC	
Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с)	0,1 мм	30-80	30-70	25-60	Т 0604
Растяжимость [1] (5° С, 5 см/мин), не менее	см	25	20	15	Т 0605
Испытание на модуль жесткости и предел ползучести с помощью реометра, изгибающего палочку [1] (-16° С) предел ползучести и жесткость, не более значение в м, не менее	МПа -	250 0,3	200 0,3	200 0,3	Т 0627 Т 0627
Температура размягчения (Т R&B), не менее	° С	55	60	65	Т 0606
Видимая вязкость (135° С)	Па-с	1-3			Т 0625
Динамическая вязкость [2] (60° С), не менее	Па-с	5000			Т 0620
Испытание на динамический сдвиг [2] (60° С) Модуль сдвига, не менее Фазовый угол, не более	Па °	6000 65	8000 65	9000 65	Т 0628 Т 0628
Температура вспышки (СОС), не менее	° С	230			Т 0611
Растворимость (трихлорэтилен), не менее	%	97,5	97,5	97,5	Т 0607
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	65	70	75	Т 0662
Сепарация (от температуры размягчения), не более	° С	3			Т 0661
После испытаний на старение по TFOT (или RTOF) [4]					Т 0609 (или Т 0610)
Изменение массы, не более	%	± 0,6			
Проникание иглы (25° С, 100 г, 5 с), не менее	%	60	65	70	Т 0604
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	20	15	10	Т 0605
Упругое восстановление (25° С), не менее	%	50	50	50	Т 0662
Разница температуры размягчения (Т R&B) [5]	° С	-5 - +10			Т 0606

Таблица 4. Технические требования к модифицированному асфальту из природного битума

Испытательный показатель	Ед. изм.	Тип модифицированного асфальта из природного битума (6 типа)					Метод испыт .
		NA-A	NA -B	NA -C	NA -D	NA -E	
Климатическая зона	-	-	-	районы с морозной зимой	районы с холодной зимой	районы с теплой зимой	
Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с)	0,1 мм	10-40	15-30	25-40	20-35	15-25	Т 0604
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	10	-	-	-	-	Т 0605
Растяжимость (25° С, 5 см/мин), не менее	см	-	10	35	25	15	Т 0605
Температура размягчения (Т R&B), не менее	° С	90	58-68	55	60	65	Т 0606
Видимая вязкость (175° С), не менее	Па-с	3,0					Т 0625
Температура вспышки (СОС), не менее	° С	280		230			Т 0611
Растворимость (трихлорэтилен), не менее		85-95	80-91	-			Т 0607
Упругое восстановление (25° С), не менее	%			60	55	50	Т 0662
Сепарация (от температуры размягчения), не более	° С			≤ 2,5			Т 0661
Относительная плотность (25° С)	-	Фактическое значение					Т 0603
После испытаний на старение по TFOT (или RTOF)							Т 0609 (или Т 0610)
Изменение массы, не более	%	±1,0	±1,0	±0,5	±0,5	±0,5	
Проникание иглы (25° С, 100 г, 5 с), не менее	%	70	70	65	65	65	Т 0604
Растяжимость (10° С, 5 см/мин), не менее	см	-	-	≥ 15	≥ 10	≥ 8	Т 0605

Таблица 4.2.3. Технические требования к битуму с высоким содержанием резиновой крошки

 Стандарт Китайской ассоциации стандартизации инженерных сооружений CECS G XXX:202X ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ ДОЛГОВЕЧНОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ ИЗ БИТУМА С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ Китайская ассоциация стандартизации инженерных сооружений	Испытательный показатель	Технические требования			Метод испытаний
		Тип I	Тип II	Тип III	
	Вязкость при вращении 180° С (Па·с)	1,5 – 3,5			Т 0625
	Глубина проникания иглы (25° С, 100 г, 5 с, 0,1 мм)	40-60			Т 0604
	Растяжимость (5 см/мин, 5° С, см)	>15	>15	>10	Т 0605
	Температура размягчения по кольцу и шару (° С)	> 75	> 75	> 60	Т 0606
	Сепарация (от температуры размягчения, ° С)	≤ 5			Т 0661
	Упругое восстановление (25° С, %)	> 85	> 85	> 65	Т 0662
	Температура вспышки (° С)	≥ 230			Т 0611
	Наибольшее усилие растяжимости при динамометрии (5° С, Н)	> 60	> 60	> 60	NB / SH / Т 0814
	Класс по PG	88-28	88-22	76-22	Т 0627, Т 0628
	Невосстанавливаемая податливость ползучести Jnr3.2 (kPa-1)	< 2.0	< 1.0	< 2.0	Приложение В
	Примечания: 1. Содержание резиновой крошки в битуме I типа составляет 30-40%, II типа – 40-50%, III тип – более 50%. 2. Метод испытаний на класс по PG – в соответствии с методами T0627 и T0628 стандарта JTG T20, выбор класса битума с резиновой крошкой по PG – в соответствии с Приложением С. 3. Jnr3.2 – это невосстанавливаемая податливость ползучести при давлении 3,2 кПа.				

Таблица 3.1.1. Технические требования к битумной эмульсии с пониженной липкостью

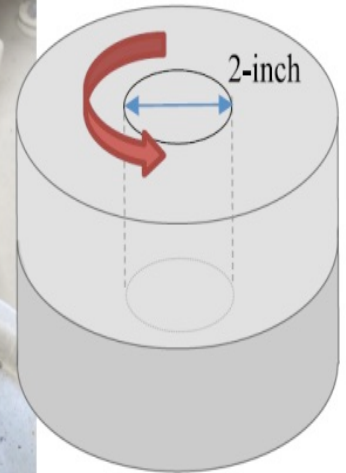
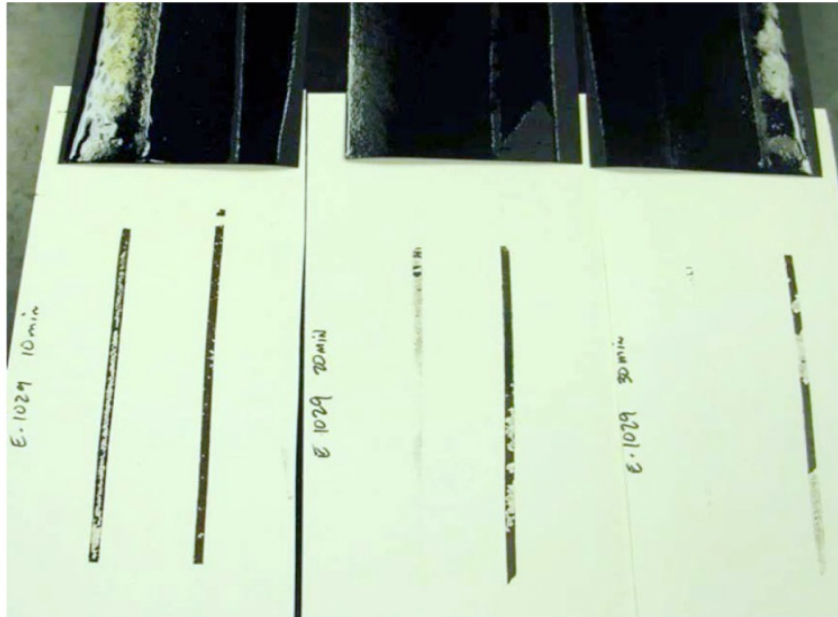
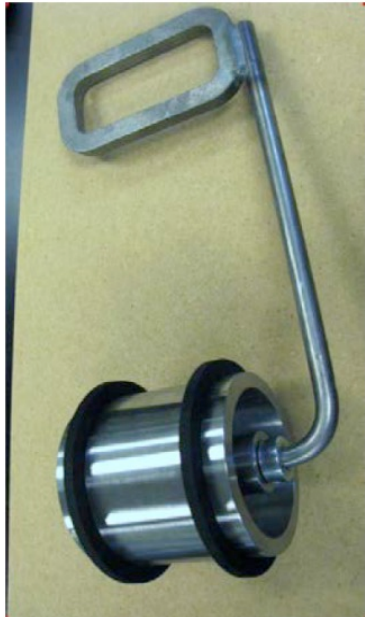
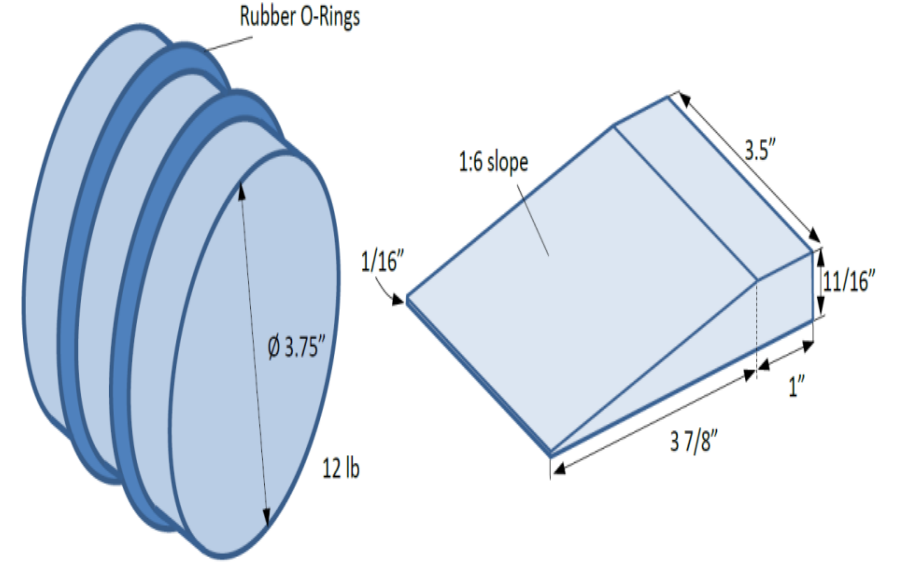
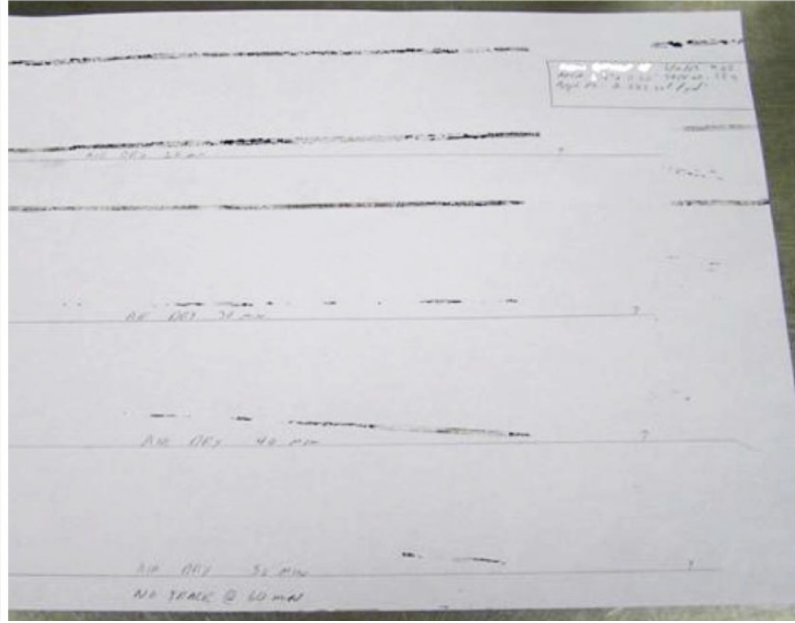
Испытательный показатель		Единица измерения	Технические требования	Метод испытаний
По скорости распада эмульсии		-	Быстрораспадающаяся или среднераспадающаяся	Т 0658
По типу заряда частиц		-	Катионные (положительные)	Т 0653
Условная вязкость по Энглеру (25 ° С)		-	1-30	Т 0622
Остаток на сите (1,18 мм), не более		%	0,2	Т 0652
Остаточное вяжущее	Содержание остаточного вяжущего, не менее	%	50	Т 0651
	Глубина проникания иглы (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
Устойчивость при хранении	1 день, не более	%	1	Т 0655
	5 дней, не более		5	Т 0655
Прочность при растяжении	25° С, не менее	МПа	1,2	Приложение А к настоящему Руководству
	40° С, не менее		0,7	
Испытание на липкость	60° С	-	Не прилипает	Приложение В к настоящему 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

