



Практика применения асфальта с высокими эксплуатационными характеристиками на экологически чистых высокоскоростных автомагистралях и на высокоскоростных автомагистралях с низким уровнем углеродосодержащих выбросов

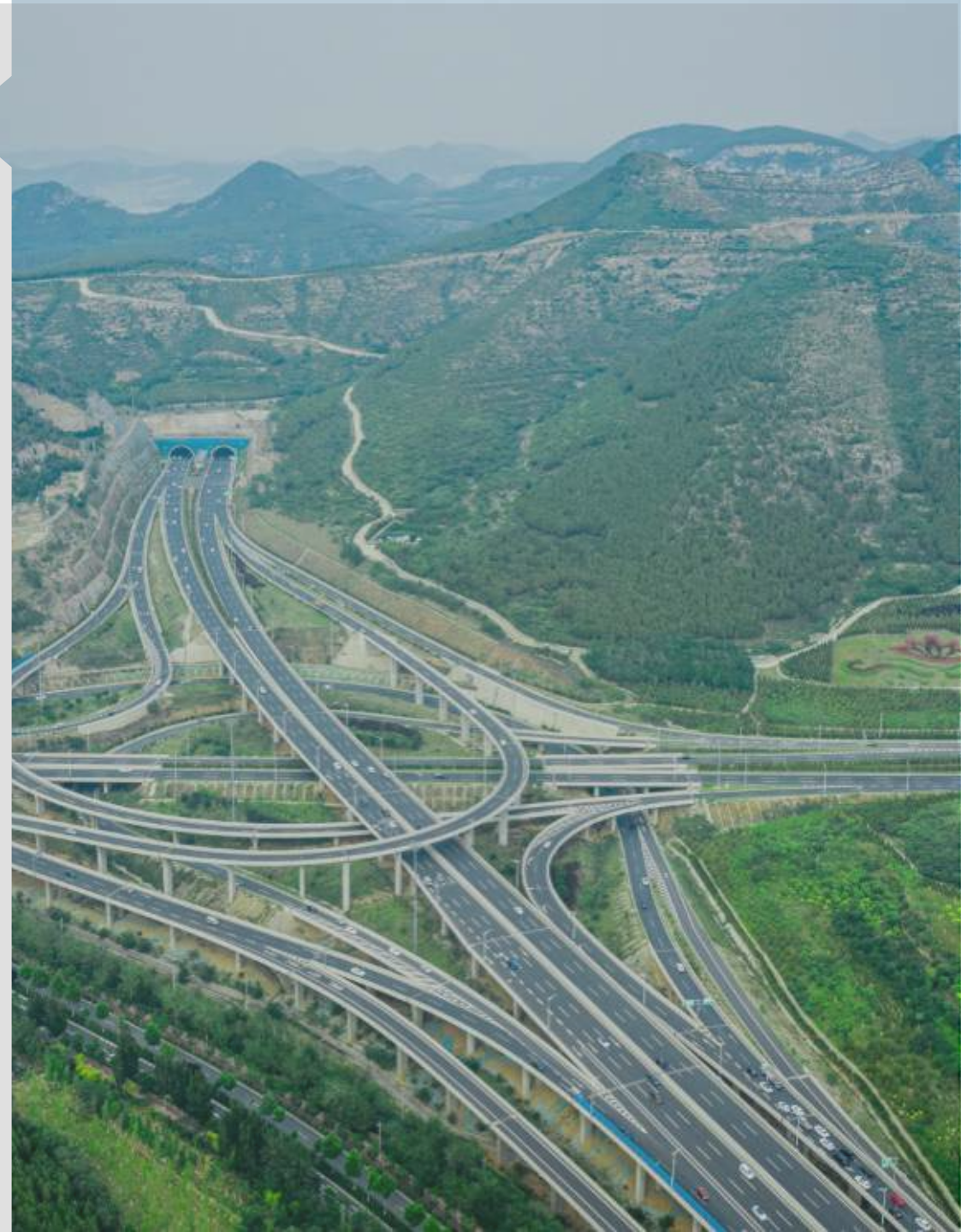
СОДЕРЖАНИЕ

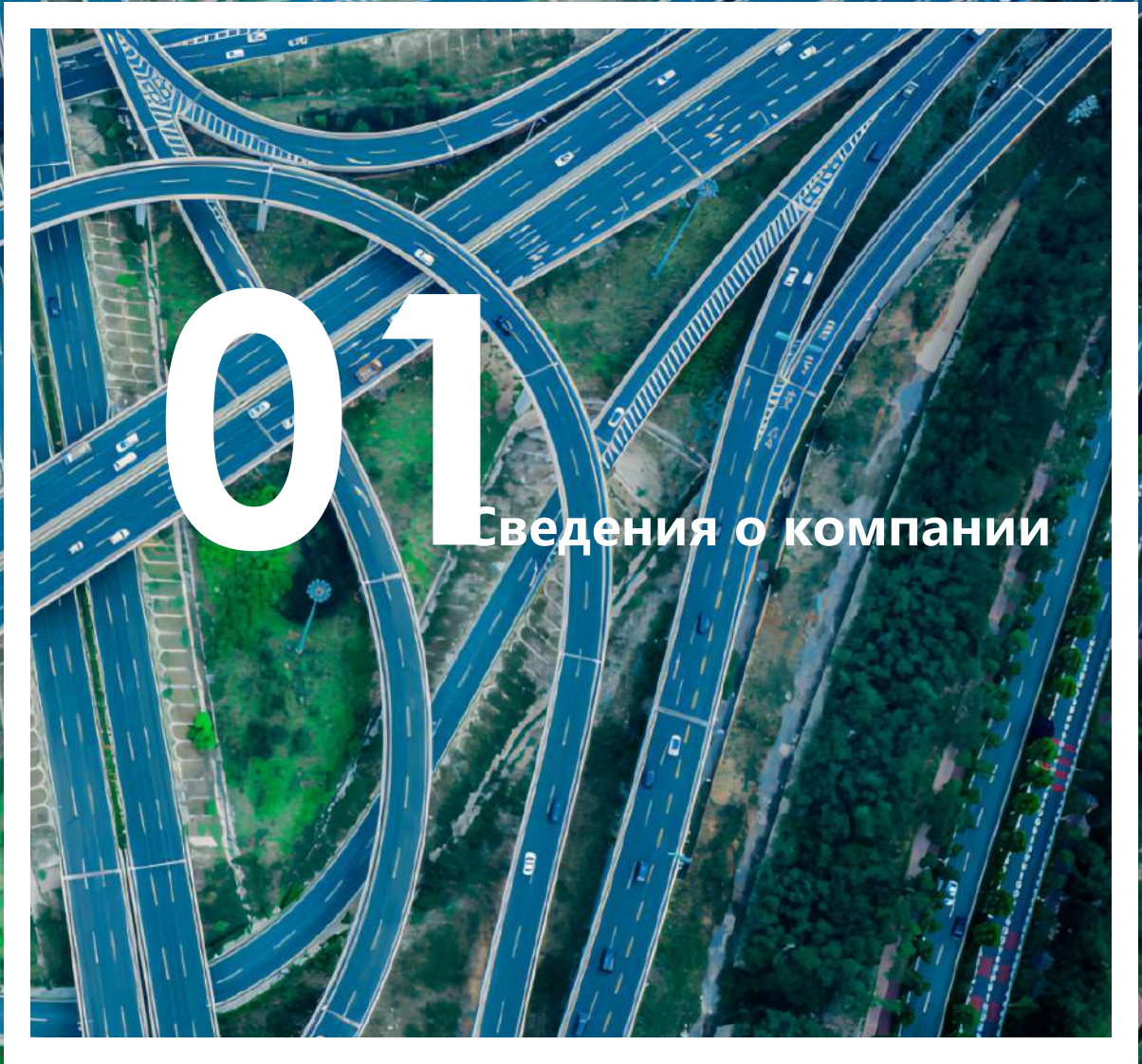
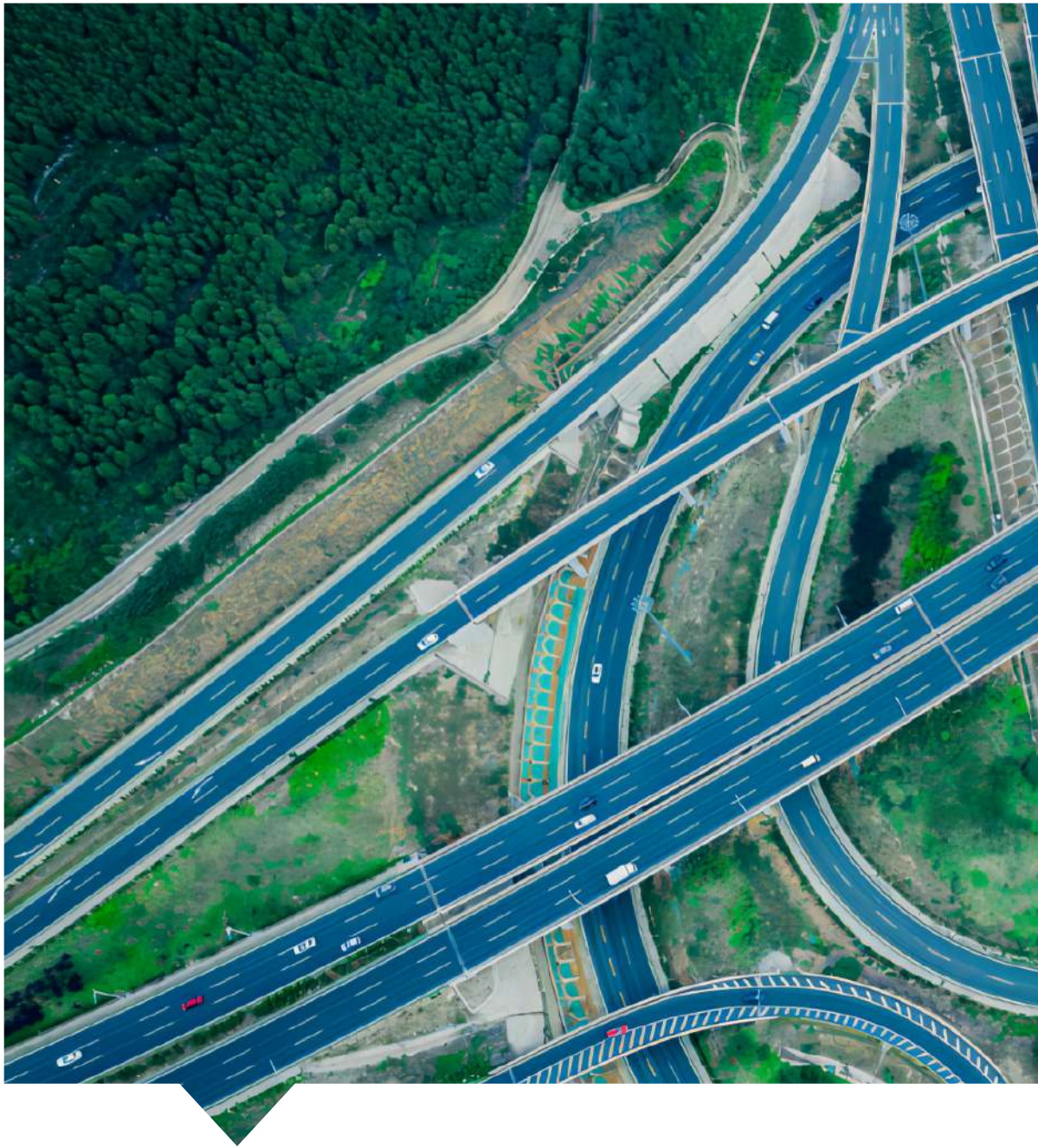
01

Сведения о компании

02

**Инновационная технология
производства экологически чистого
асфальта с низким уровнем
углеродосодержащих выбросов**





Сведения о компании



SHANDONG HI-SPEED GROUP

SHANDONG HI-SPEED GROUP является государственной инвестиционной компанией и входит в список **Fortune 500** в области инфраструктуры, владеет 6-ю зарегистрированными на бирже компаниями и имеет общий объем активов более 1,6 трлн юаней.

Отрасль транспортной инфраструктуры



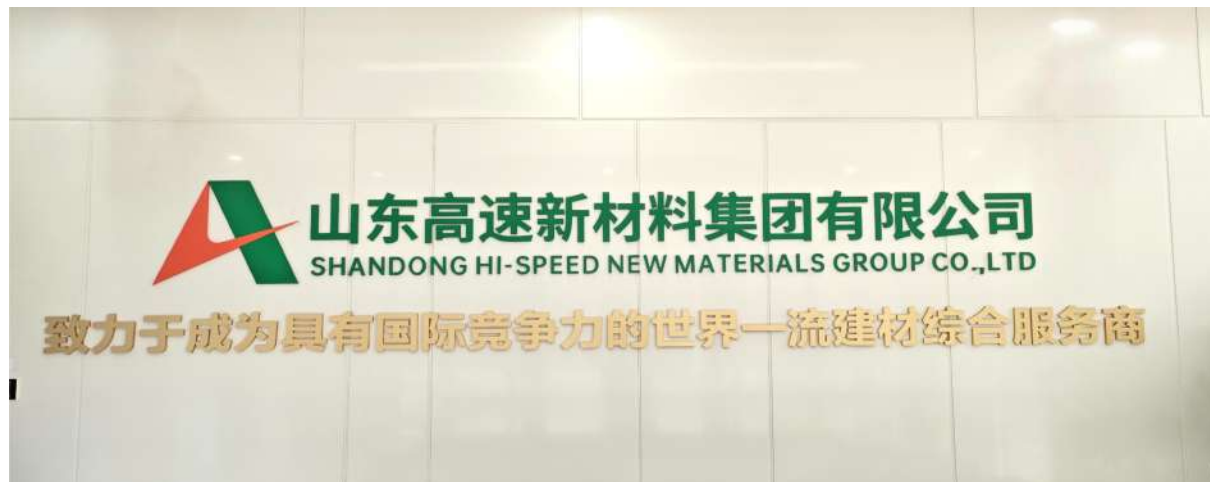
Интеллектуальный транспорт, новые источники энергии и материалы, экологически чистая химическая промышленность



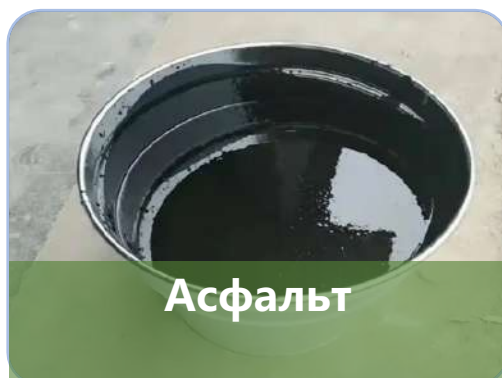
Инвестирование в финансовые активы и управление ими



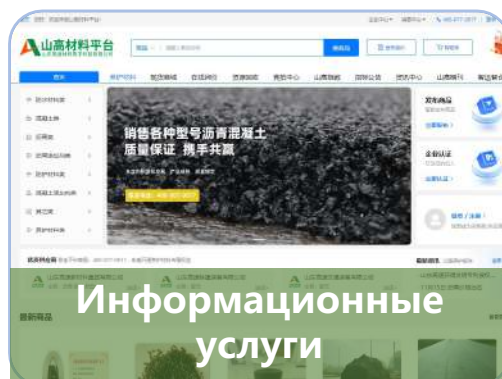
Компания осуществляет управление **9070 километрами** высокоскоростных автомагистралей и является лидером в строительстве транспортной инфраструктуры Китая. Компания управляет грузовыми железнодорожными перевозками в направлении Китай-Европа и обслуживает более **20 000** **внешнеторговых компаний**.



Компания SHANDONG HI-SPEED NEW MATERIALS GROUP является поставщиком строительных материалов для SHANDONG HI-SPEED GROUP и ведущим предприятием в области материалов для автодорожного строительства в Китае.



Семь основных регионов КНР
Скоростная автомагистраль
Восток-Запад в Алжире,
Скоростная автомагистраль АА в
Эфиопии



Компания стремится стать поставщиком комплексных услуг по производству строительных материалов мирового класса, конкурентоспособных на международном уровне

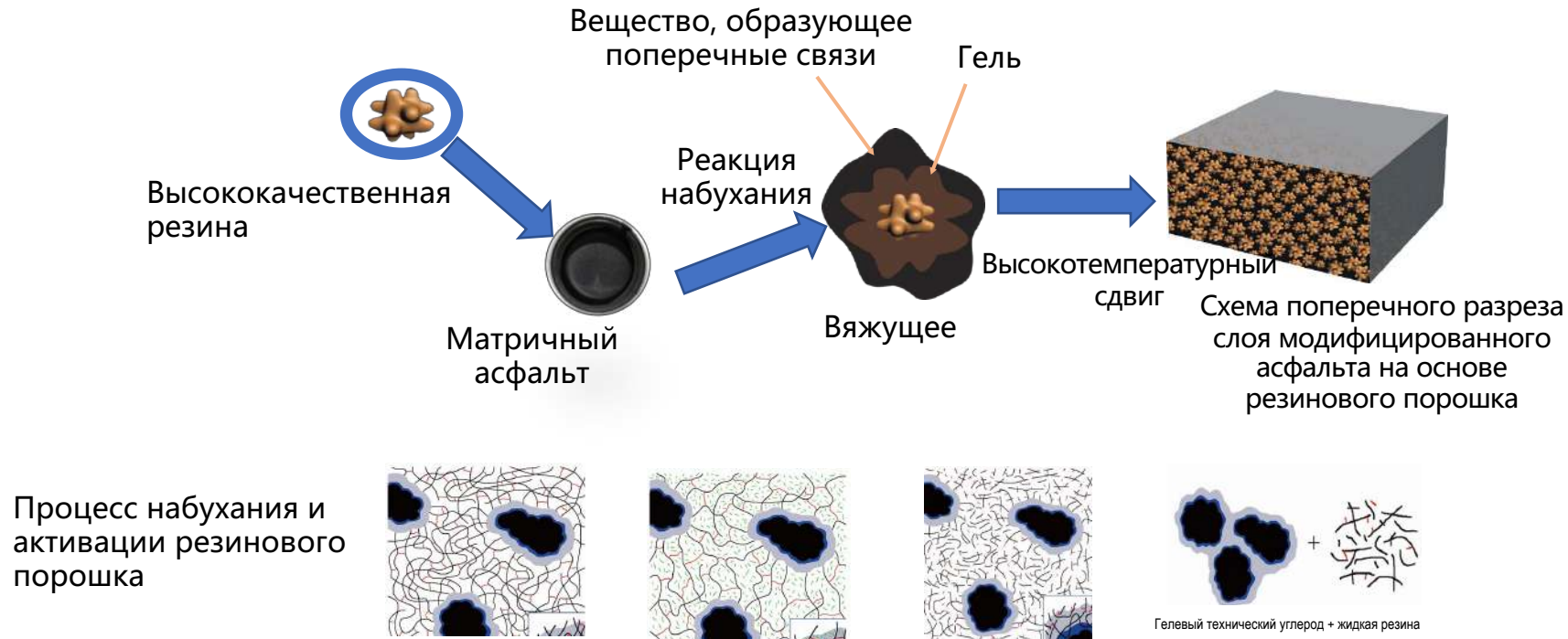




02

Инновационная технология производства
экологически чистого асфальта с низким
уровнем углеродосодержащих выбросов

Экологически чистая технология производства модифицированного асфальта на основе резинового порошка – это новый модифицированный резиной асфальтовый продукт с однородной структурой и стабильными эксплуатационными характеристиками, получаемый путем измельчения под совместным действием **высокоэффективных химических добавок**.



Технические преимущества

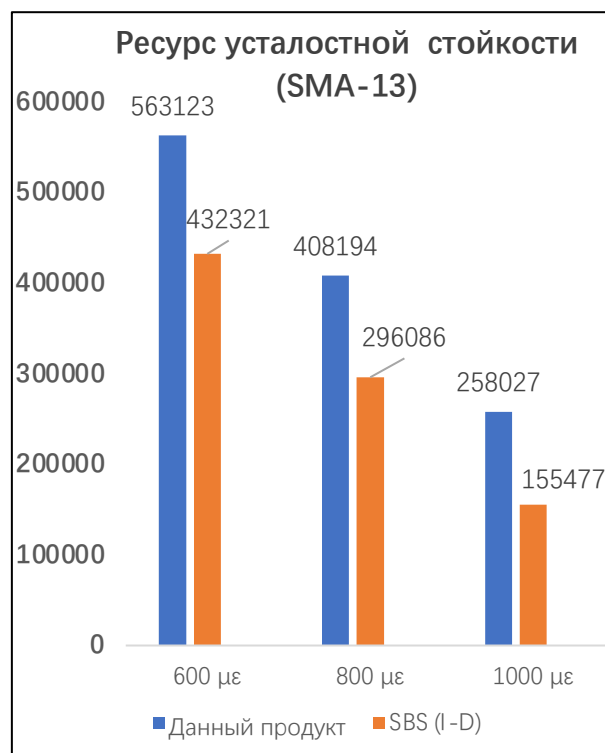
- Отличные эксплуатационные характеристики: усталостная стойкость, высокая стабильность при хранении, уровень эксплуатационных характеристик до 88-28.
- Экологичность: Уровень снижения содержания вредных газов и запахов может достигать более 50%.
- Замечательные преимущества: возможность переработки твердых отходов, экологичность и низкое содержание углерода в выбросах.

Технические характеристики

Параметр		Единица	Технические требования	Экологически чистый устойчивый асфальт, модифицированный каучуком	SBS(I-D)
Глубина проникновения (25°C, 100 г, 5 с)		0,1 мм	40-60	48	58
Пластичность 5 см/мин, 5°C)		см	≥10	22	30
Температура размягчения		°C	≥60	77,0	71,0
Вязкость при 175°C (по Брукфилду)		Па-с	1,0~3,0	2,5	0,3
Упругое восстановление при 25°C		%	≥70	88	82
163°C, 48 ч Сепарация при 163°C, 48 ч		°C	<5,0	1,0	-0,2
Испытание на старение в печи старения в тонком слое (TFOT)	Изменения качества	%	≤±1,0	-0,36	-0,04
	Степень проникновения	%	≥70	83	74
	Пластичность при 5°C	см	≥5	21	17
Уровень эксплуатационных характеристик				88-28	76-22

Варианты применения

Верхний слой покрытия скоростной автомагистрали SMA-13

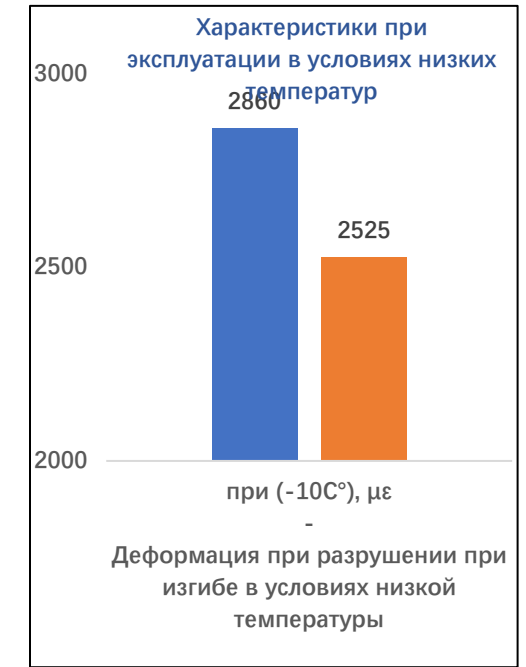
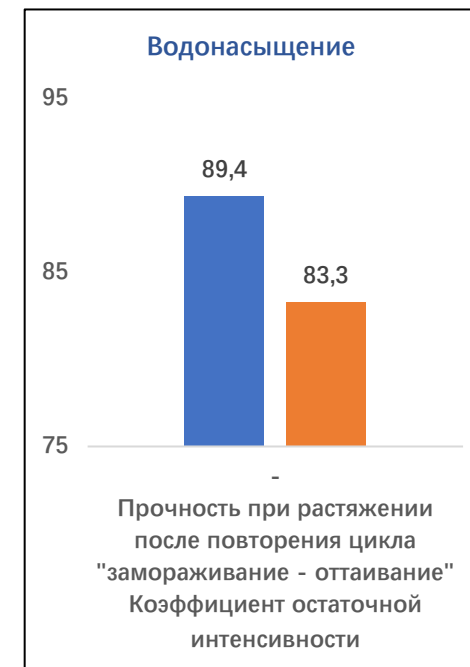
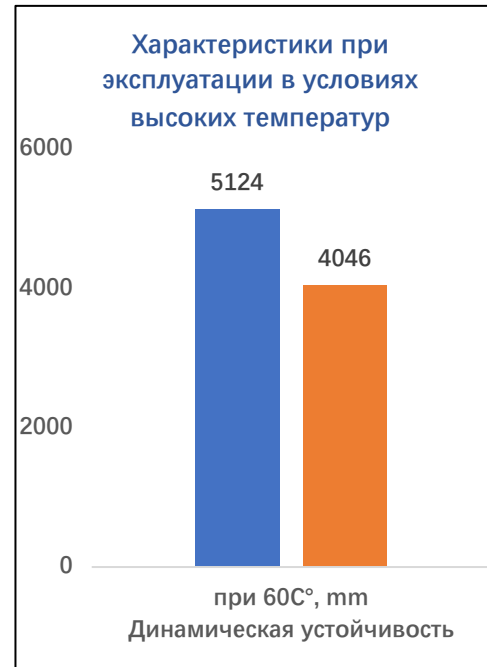
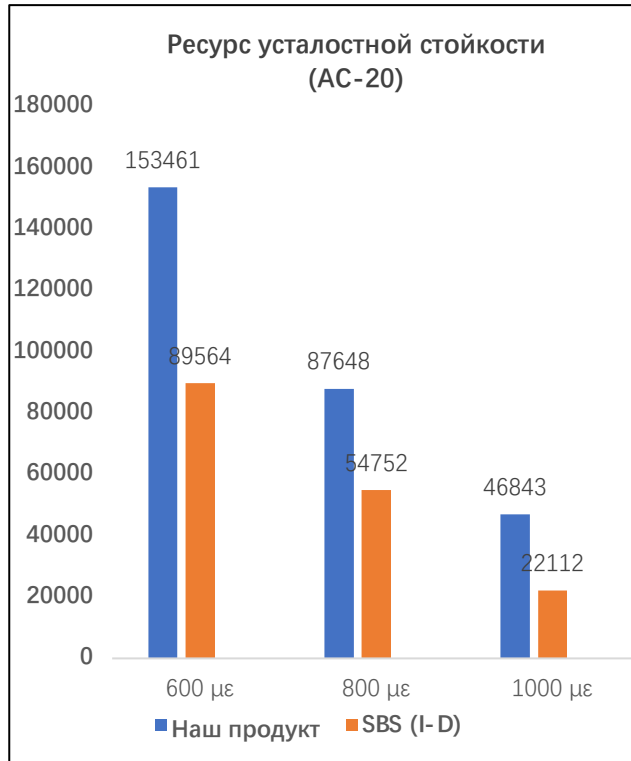


Испытание	Показатели	Единица	Технические требования	Результаты	
				Наш продукт	SBS (I-D)
Испытание на устойчивость к колееобразованию 60°C	Динамическая устойчивость	Раз/мм	≥4000	7557	5163
Испытание на прочность при растяжении после повторения цикла «замораживание – оттаивание»	Коэффициент прочности на растяжение	%	≥80	88,8	84,9
Испытание на изгиб при пониженной температуре -10°C	- Деформация при разрушении	мк	≥2500	2703	2689

Данный продукт способен эффективно повысить устойчивость асфальтобетонных смесей к колееобразованию и к образованию трещин при низких температурах, а также обладает превосходной усталостной стойкостью по сравнению с асфальтом, модифицированным полимерной добавкой SBS.

Варианты применения

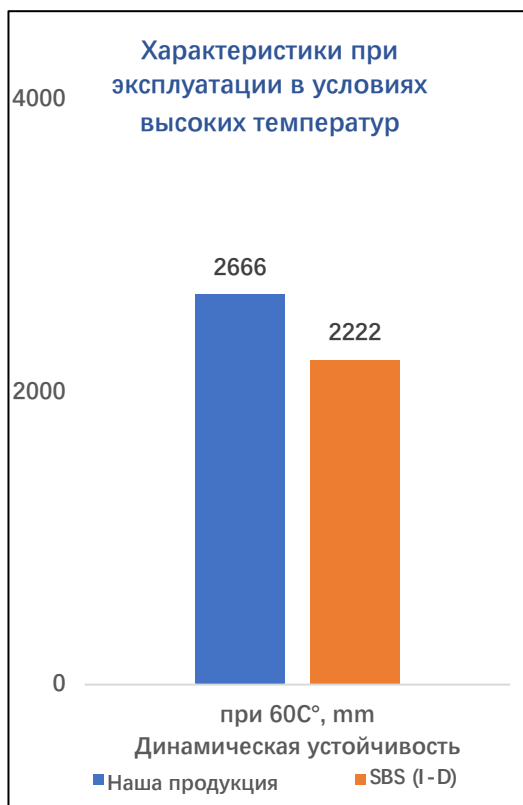
**АС-20, средний
поверхностный слой
покрытия скоростной
автомагистрали**



По сравнению с асфальтобетонной смесью, модифицированной полимерной добавкой SPS (ID), данный продукт имеет значительно повышенную стойкость к колееобразованию и к потере воды, а также обладает улучшенными характеристикам при эксплуатации в условиях низких температур и повышенной усталостной стойкостью.

Варианты применения

Гибкий слой основания (LSPM-25)



Индекс физического объема по Маршаллу

Параметр	Показатели	Результаты	
		Наш продукт	SBS (I-D)
(%) Объем воздушных пустот	13~18	17,5	16,9
(%) Испытание на просачивание по Шофилду	≤0,2	0,08	0,08
(%) Испытание по Кантабро	≤20	9	14

**Были значительно улучшены
такие показатели, как рассеяние
и динамическая устойчивость.**

工程案例 >>

Engineering Cases

В июне 2020 года был осуществлен проект по ремонту поверхностного слоя дорожного покрытия подъездной магистрали к порту Дуньин (S7201).



В общей сложности в этот поверхностный слой было уложено 5 километров резинового асфальтового покрытия. По сравнению с асфальтом, модифицированным полимерной добавкой SBS, лигнинное волокно не использовалось, что позволило сэкономить около 15 тонн лигнинного волокна.



В сентябре 2020 года в промежуточном слое шоссе Вэньлай был уложен 5-километровый участок резинового асфальтового покрытия.



В сентябре 2024 года в рамках проекта реконструкции и расширения шоссе Дунцина в его промежуточном слое был уложен участок резинового асфальтового покрытия длиной 7,8 километров.

Высокопрочный асфальт используется для улучшения сцепления и сцепляющей силы асфальта за счет применения новых модификаторов высокой прочности, благодаря чему модифицированный асфальт обладает такими характеристиками, как высокая вязкость, высокая эластичность, высокая ударная вязкость и низкая тиксотропия.

Технические
преимущества



Высокая адгезия, устойчивость к
сдвигу и ударопрочность



Повышает противоскользкую
способность дорожного покрытия и
снижает уровень шума автомобилей
при движении по автомагистрали



Продлевает срок службы дорожного
покрытия и снижает стоимость проекта
строительства автодороги



Сверхтонкий верхний
слой дорожного
покрытия



Настил проезжей
части мостов



Тоннель "Из
белого в черное"

Технические

Параметры	Единицы	SBS (I-D)	Модифицированный асфальт с высокой прочностью
Глубина проникновения иглы (25°C, 5 с, 100 г)	0,1 мм	40 ~ 60	≥40
Температура размягчения	°C	≥60	≥90
Пластичность (5 см/мин, 5°C)	см	≥20	≥25
Упругое восстановление (25°C)	%	≥75	≥90
Уровень эксплуатационных характеристик		PG 76-22/70-22	PG 82-28
Динамическая вязкость (60 °C)	Па·с	5000	≥100,000 (до 400,000)
Вязкость при 175°C (по Брукфилду)	Па·с	(135°C) ≤3	≤1
Сепарация при 163°C, 48 ч	°C	≤2,5	≤2,5



Водостойкость

Упругое восстановление и устойчивость к растрескиванию

Сравнение величин усталостной стойкости

Тип асфальта	G*sinδ, кПа				
	при 13°C	при 16°C	при 19°C	при 22°C	при 25°C
Модифицированный асфальт высокой прочности	6186	4321	2961	2003	1338
SBS	10231	6778	4491	2975	2187

SMA-8**Сверхтонкий верхний****15 мм**

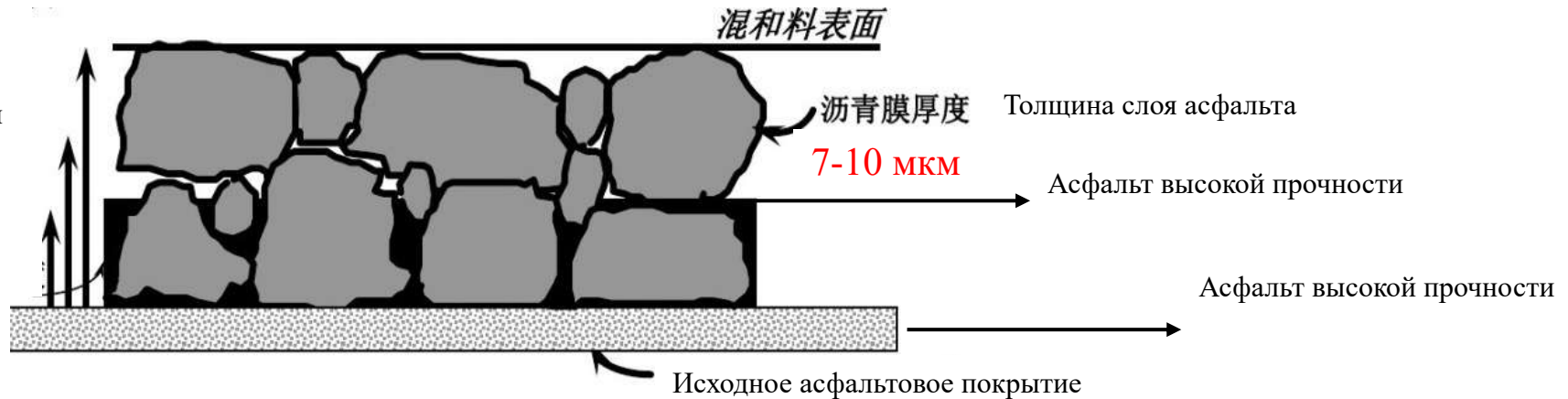
Минимальная
толщина слоя
дорожного покрытия

8 мм

Номинальный
максимальный
размер частиц

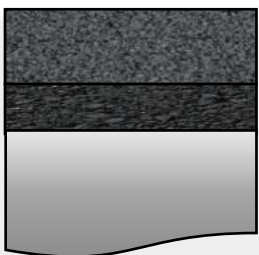
2 мм

Толщина клеевого слоя
асфальтобетонного
покрытия

**Механические свойства смеси**

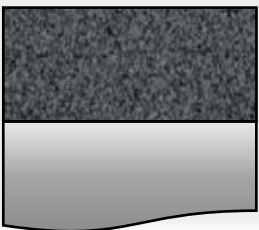
Параметр	Единица	Нормативные требования	SMA-8	SMA-13(SBS)
Деформация при разрушении при -10°C	με	≥2800	4736,1	2000~2500
Коэффициент прочности на растяжение	%	≥80	87,4	75%~85%
Динамическая устойчивость при 60°C	раз/мм	≥6000	11838	4500~6000
Испытание на просачивание по Шофилду	%	≤0,1	0,032	—
Усталостная стойкость при изгибе в четырех точках	800 με	-	612580	36900

Настил проезжей части МОСТОВ



- 2,5 см SMA-10
- 1,5 см SMA-5
- 7 см UHPC

Тип
конструкции ①

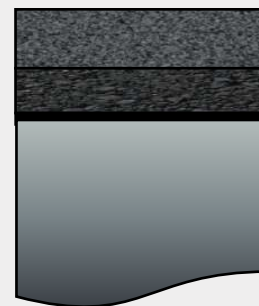
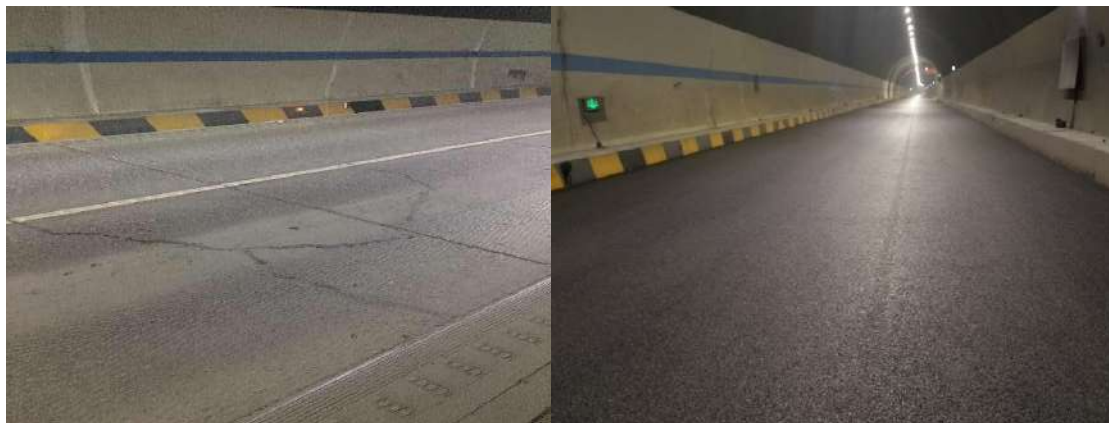


- 4 см SMA-13
- 6 см UHPC

Тип
конструкции ②



Проект тоннеля «Из белого в черное»



- 3 см SMA-10
 - 2 см AC-5
 - 1,8 кг/м²
- Водонепроницаемый связующий слой
Цементно-бетонное дорожное покрытие

工程案例 >>

Engineering Cases

Специальный проект для высокоскоростной автомагистрали, более 5000 тонн в год.



(Скоростная автомагистраль Рилан) (мост через залив Циндао Цзяочжоу S85)

Объем применения в качестве настила проезжей части мостов: более 4,000 тонн.

Настил проезжей части моста через Желтую реку на кольцевой автодороге Цзинань-Дабэй в 2024 году



Парковка и вспомогательные сооружения тоннеля «Из белого в черное», площадь применения : 350,000 м²

Долговечный
высокомодульный асфальт -
это новый композитный
модифицированный
асфальтобетонный продукт.
Он может эффективно решить
проблему **недостаточного**
модуля упругости гибкого
дорожного покрытия.



Основание
дороги



Технические преимущества:

■ Высокий модуль

Высокий динамический модуль смеси и отличная стойкость к колееобразованию

■ Отличные характеристики усталостной стойкости

**Количество циклов усталости
асфальтобетона при температуре 15°C
достигает более 1 миллиона раз**

■ Превосходная стабильность при хранении
Допускается хранение в больших емкостях при температуре 160°C в течение более 10 дней

■ Повышенная экономичность и соответствие требованиям к охране окружающей среды

Толщина сокращена на 39 см, в результате чего уменьшается количество песка и гравия

Технические

Параметр	Наш продукт	Нормативные требования	SBS (I-D)
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	31	25~35	52
Температура размягчения, °С	94,6	≠70	75,6
Пластичность при 10°С, см	28	≠20	31 при 5°С
Пластичность после испытания в печи на тонкую пленку (TFOT)	14	≠10	17 при 5°С
Вязкость при 175°С (по Брукфилду) Па·с	0,88	≤1.0	/
Вязкость при 135°С (по Брукфилду) Па·с	/	/	1,9
Сепарация при 163°С, 48 ч °С	0,8	≤2,5	1,2
Коэффициент проникания при 25°С, %	87	≠70	81
G* при 60°С, кПа	18,7	/	7,3
Уровень эксплуатационных характеристик	PG82-22	PG 82-22	PG 70-22 или 76-22

Полнослойное
асфальтобетонное покрытие

Все конструктивные слои покрытия (за исключением амортизирующего слоя) над верхним слоем дорожного полотна покрыты асфальтобетонной смесью.



- Толщина составляет около 40 см
Меньшая толщина, продолжительность срока службы превышает 30 лет
- Экономия каменных материалов, экономия энергии и снижение уровня выбросов
- Улучшенные эксплуатационные характеристики и сокращение сроков строительства объекта более чем на 50%

Технические показатели долговечности высокомодульных асфальтобетонных смесей

Показатели	Норматив	Рекомендуемая величина	Примечание
Динамический модуль, МПа	≤14000	17258	15°C, 10 Гц
Динамическая устойчивость, мм	4882	>3000	70°C, 0,9 МПа
Испытания асфальтобетона прокатыванием колеса по гамбургскому методу (максимальное количество циклов прокатывания 20,000)	3,52	≤10 мм	50°C
Коэффициент прочности на растяжение, %	86,8	≤80	
Максимальное напряжение при изгибе и растяжении, мк	≤2000	2544	-10°C

Высокомодульная асфальтобетонная смесь обладает такими эксплуатационными преимуществами, как **высокий модуль упругости, усталостная стойкость и устойчивость к высокотемпературной деформации**, что позволяет значительно продлить срок службы дорожного покрытия.



工程案例 >>

Engineering Cases

Полнослойное
асфальтобетонное
покрытие скоростной
автомагистрали
Жанлинь в
провинции Шаньдун



Сентябрь 2021 года.

- Тип смеси: ЕМЕ-20.
- Объем нанесенного дорожного покрытия : более **5,000 тонн.**

Октябрь 2022 года

- Общая протяженность 15.8 км.
- Объем нанесенного дорожного покрытия: более **4,000 тонн.**
- Это первая автомагистраль в Китае, на которой по всей длине применено полнослойное асфальтобетонное покрытие.

Полнослойное
асфальтобетонное
покрытие
скоростной
автомагистрали
Цинлянь в
провинции
Шаньдун



Прочие варианты применения



Первая технология — PMRE

Высокополимерный регенерированный эмульгированный асфальт производится с использованием высокоэффективного латекса и улучшающих веществ.

Технические преимущества:

- Высокое содержание твердых веществ, высокая вязкость
- Сопротивление усталостному разрушению
- Высокая водонепроницаемость
- Сокращенное время до ввода дороги в эксплуатацию
- Нанесение на покрытие герметизирующей полимерной эмульсии: Отличные противоскользящие характеристики, высокая стойкость к истиранию, продление срок службы дорожного покрытия.
- Слой, поглощающий нагрузку: повышает адгезионные характеристики покрытия и предотвращает отраженное трещинообразование



Технические характеристики

Параметр		Единицы	Результаты	Нормативные требования	Методы испытаний
Скорость торможения		-	Трещины среднего размера	Быстрообразующиеся трещины или трещины среднего размера	Высокая степень вязкости T0653
Заряд частиц		-	Катионный (+)	- Катион(+)	
Испытание вязкости по методу Сайболта при 50С°		С	348	200~600	Высокое содержание твердых веществ
Определение числа деэмульгации, не менее		%	98	50	
Остаток после выпаривания	Содержание, ≥	%	69,18	66	T0651
	Глубина проникания иглы при 25°С, ≥	d, мм	125	80	T0604
	Глубина проникания иглы при 4°С	d, мм	44	30~60	T0604
	Упругое восстановление (10°С)), ≥	%	62	58	T0662
Устойчивость при хранении	1 день, ≤	%	0,10	1	T0655
	5 дней ≤	%	0,13	5	T0655

Варианты

Амортизирующий слой покрытия на скоростных автомобильных дорогах



- Запечатывание трещин
- Повышенные параметры адгезии
- Предотвращение отраженного трещинообразования.

Нанесение герметизирующей полимерной эмульсии



- Устранение повреждений дорожного покрытия: растрескивание и разрушение.
- Улучшение противоскользящих свойств дорожного покрытия.

工程案例 >>> Engineering Cases

Амортизирующий слой покрытия

- 2018 год
- Строительство скоростной автомагистрали Вейри в провинции Шаньдун.
- Объем нанесенного дорожного покрытия : более **4,000 тонн.**



Нанесение на покрытие герметизирующей полимерной эмульсии

- 2018 год
- G104, национальная скоростная автодорога в провинции Шаньдун.
- Площадь нанесения: **200,000 м².**



Вторая технология: Высоковязкий эмульгированный асфальт

Высоковязкий эмульгированный асфальт производится путем эмульгирования высоковязкого модифицированного асфальта. Его можно наносить в качестве **мелкозернистого покрытия** асфальтобетонной дорожной одежды.



Технические преимущества:

Технические характеристики выпаренного остатка
высоковязкого эмульгированного асфальта

- Температура размягчения $\geq 90^{\circ}\text{C}$
- Динамическая вязкость $\geq 120,000 \text{ Па}\cdot\text{с}$ при 60°C
- Упругое восстановление при $\geq 95\%$
- Вязко-упругая прочность: $\geq 20 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Экономические преимущества:

- **Экономичность:** Данная технология позволяет отсрочить необходимость капитального ремонта дорог на 3-6 лет. Стоимость текущего обслуживания квадратного метра дорожного покрытия в год составляет всего 8-10 юаней.

Результаты применения

Объем применения высоковязкого высоковязкого эмульгированного асфальта превысил 25 000 тонн, при этом в процессе его использования был накоплен обширный теоретический и практический опыт.



**Сегодняшний обмен
мнениями был очень
плодотворным, и мы
будем ожидать
дальнейшего
продолжения нашего
сотрудничества.**



Благодарим
за внимание

SHANDONG HI-SPEED NEW MATERIALS GROUP