

Д-р Ю. Хутченрейтер

DR.HUTSCHENREUTHER Ingenieurgesellschaft mbH, In der Buttergrube 1,

99438 Weimar-Legefild

тел. +49368 -87 14 90

факс +49368 -87 14 922

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЩЕБЁНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТА

РЕЗЮМЕ

Щебёночно-мастичный асфальт разработан в Германии 30 лет назад и является наиболее совершенным типом асфальтового покрытия, используемым в настоящее время. С учетом все возрастающих транспортных потоков и нагрузки на дорожную одежду, щебёночно-мастичный асфальт является идеальным типом покрытия для автодорог как в настоящее время, так и в будущем. Концепция, лежащая в основе технологии щебёночно-мастичного асфальта, заключается в: прочности каркаса, заполненную вяжущим материалам, дроблеными фракциями и наполнителями. Вяжущие материалы придают покрытию долговечность, стойкость по отношению к дорожным нагрузкам и погодным условиям. В качестве добавок обычно используются целлюлозные волокна, что позволяет противодействовать вытеканию связующего материала во время смешивания, транспортировки и укладки щебёночно-мастичного асфальта. Все чаще используются полимер-модифицированные битумы (ПМБ) и другие модифицированные виды битумов, и, в отличие от обычного асфальтобетона, в котором используется обычный битум, они дают щебёночно-мастичному асфальту дополнительные преимущества. Эти преимущества заключаются, в частности, в улучшении показателей сцепления с колесом, сопротивления усталости материала, сопротивления растрескиванию и в повышенном сроке службы. Фактически, применение щебёночно-мастичного асфальта и ПМБ, как и других модифицированных битумов является главным выбором в Германии для дорог с большим транспортным потоком. Эта технология также получила распространение во многих других странах мира.

1. Поверхностные слои асфальтобетонных дорог

Покрытия из асфальтобетона должны быть долговечными, стойкими, обеспечивать ровность поверхности. Погодные условия, транспортный поток и антифризы непосредственно воздействуют на верхний слой дорожного покрытия. Поверхностный слой подвергается нагрузкам, и потому к нему предъявляются особенно высокие требования. Выбор соответствующего поверхностного слоя зависит от ожидаемого транспортного потока, климатических факторов, требований безопасности движения и строительных стандартов.

2. Характеристики и требования

Дорожное покрытие должно удовлетворять следующим требованиям:

- *сопротивляемость погодным условиям за счет:*
 - использования морозостойких минеральных заполнителей;
 - достаточно толстых слоёв асфальто-вяжущего материала;
 - небольшой пористости материала;
- *сопротивляемость износу, усталости и деформации материала за счет:*
 - использования достаточно сдвигоустойчивого асфальтобетона с высоким сопротивлением к образованию колеи и повторному нагружению;

- достаточной толщины материала;
- *безопасность дорожного движения за счет:*
 - высокого сопротивления износу, обеспечения надежного сцепления;
- *экологичность:*
 - использование исключительно таких материалов, которые могут быть в последствии утилизированы;
- *защита окружающей среды:*
 - снижение шума за счет использования специальных шумопоглощающих поверхностей

3. Тенденции развития транспорта

Постоянно увеличивающаяся доля тяжелых транспортных средств, особенно в городских условиях, требует особого внимания на стадии проектирования дорог. Увеличение транспортного потока особенно заметно в использовании большегрузных специализированных автомобилей (тяжелые машины для перевозки продуктов питания и др.).

Размеры тяжелоосных автомобилей

Начиная с 1995 года, новые общеевропейские ограничения по размеру составляют:

- максимальная длина машины – 18, 75 м
- максимальная ширина для машин – контейнеровозов – 2,60 м (обычных автомобилей – 2,55 м)
- максимальная высота остается 4, 00 м

Вес брутто

Европейские правила еще не до конца согласованы. Однако есть тенденция к увеличению веса автомобилей, вплоть до использования 46-тонных трехосевых машин.

Нагрузки на оси

Максимальная нагрузка на ось для автомобилей с одной ведущей осью остается равной 11,5 т. Производители шин стремятся к замене шин с нормальным поперечным сечением на шины с меньшим сечением, и с двойных колес на одинарный тип «SuperSingle». Это приведет к возрастанию давления в шинах (максимум до 1,1 Н/мм²).

Системы подвески

Более высокая транспортная нагрузка на автодорогах и федеральных автострадах, имеющая место в данный момент, объясняется следующим:

- увеличение потребности в транспортных перевозках в целом;
- увеличение времени нагрузки и ее интенсивности;
- уменьшение скорости при некоторых дорожных условиях, например:
 - на пересечении дорог
 - на местах дорожных работ
 - на спусках

То есть, уже на стадии разработки дороги, необходимо обратить внимание на вышеперечисленные условия. Таким образом, разработка еще на стадии конструирования должна быть направлена на получение конечного результата, адекватного этим требованиям.

4. Концепция щебёночно-мастичного асфальта

Щебёночно-мастичный асфальт состоит из высококачественного щебня с большим его содержанием песка, минерального порошка (наполнитель), битума соответствующей марки и стабилизирующих добавок. Песчаная составляющая должна состоять из дробленого песка.

Характеристики и особенности смеси щебеночно-мастичного асфальта даны в таблице 1.

Таблица 1: Свойства и характеристики щебеночно-мастичного асфальта

Характеристики	Свойства
- Высокое содержание щебня	- Высокая температурная устойчивость
- Наполнитель с прерывистым гранулометрическим составом	- Прочное сцепление с органическим вяжущим - Хорошие параметры распределения нагрузки
- Толстый слой связывающего асфальто вяжущего вещества	- Хорошая износоустойчивость и устойчивость к старению
- Высокое содержание растворной части асфальтобетона	- Высокая жесткость - Сопротивляемость растрескиванию - Хорошее и длительное сцепление минеральных компонентов, даже под воздействием воды
- Стабилизирующие добавки	- Обеспечение толстого слоя связывающего вещества - Предотвращение расслаивания материала в процессе производства, транспортировки и укладки - Достижение стабильности и однородности смеси

5. Применение

Щебёночно-мастичный асфальт идеален для дорог с существенным транспортным потоком или при особых требованиях:

- сильное движение по полосе
- ситуации с большим транспортным потоком и малой скоростью движения
- места частого торможения и ускорения
- постоянный транспортный поток
- длительное время при повышенной температуре
- интенсивное солнечное излучение

Еще одно важное преимущество щебёночно–мастичного асфальта в том, что он может быть уложен в качестве верхнего слоя на любую поверхность (например, на деформированную поверхность) без потери своей прочности. Для использования при тонких слоях (уложенных горячим способом) наиболее подходит асфальт с размерами зерен 0-5 мм или 0-8 мм (особенно при ремонте дорог).

6. Состав

- Минеральные заполнители (дробленые)

- высококачественный щебень;
- высококачественный дробленый песок;
- заполнитель, например, природный песок;
- Битум соответствующей марки (DIN 95 или усовершенствованный);
- Стабилизирующие добавки.

6.1 Составляющие

Минеральная смесь заполняет основной объём материала, формируя очень прочную матрицу. Эта матрица может рассматриваться как каркас, воспринимающий нагрузки. Пустоты в матрице в основном заполняются наполнителем (мелкий щебень/заполнитель/вяжущее вещество). Это приводит к появлению жесткости и связывающего состояния, что предотвращает вытекание в каркасе. Немецкие стандарты на асфальтобетон ZTVStB – 94 и действующие после 2001 позволяют для смесей 0/8 и 0/5 использовать содержание дробленого и натурального песка 1:1. Если есть необходимость в особенно стойком щебёночно-мастичном асфальте, то необходимо использовать исключительно дробленый песок.

6.2 Вяжущий материал

В качестве вяжущих материалов используются только дорожные битумы. Для щебёночно-мастичных асфальтов 0/11S и 0/8S, где буква S означает большую несущую способность, используются полимерные или другие модифицированные битумы, такие как РМВ45; они имеют некоторые особенности и должны использоваться отдельно от обычных дорожных битумов. Использование таких модифицированных битумов, как РМВ45 или ССВі 113, как выяснилось, позволяет добиться несколько больших температур смешивания, укладки и уплотнения.

С точки зрения всей смеси в целом, во время уплотнения должно быть большое количество вяжущего материала. Это большое количество вяжущего материала необходимо для образования толстого связывающего слоя, который помогает предотвратить охрупчивание вяжущего в результате старения (окисления под действием воздуха). Растрескивание и восприимчивость к нему также могут быть минимизированы даже при длительном интервале времени.

Как показала практика, содержание вяжущего вещества должно быть от 6,5 до 7% массы смеси (0/8, 0/8S), и от 7 до 7,2% для смеси 0/5. Благодаря хорошей сопротивляемости старению и адгезии к минеральным составляющим, полимер-модифицированные битумы доказали свое преимущество, в частности, при использовании в щебёночно-мастичных асфальтах.

Нельзя не отметить, что в Германии наблюдались некоторые дефекты асфальтовых покрытий. Эти дефекты были выявлены на стадии разработки, на стадии производства или использования. Дефекты в основном вызваны:

- Отделением и скоплением асфальтовяжущего на поверхности
- Разрушением под действием воды

Эти недостатки могут быть устранены правильным выбором компонентов, тщательной расчетом и проектированием. Необходимо обеспечить однородность смеси в процессе производства, транспортировки и укладки. Разделение смеси часто приводит к выходу

вяжущего материала на поверхность. Причиной является недостаточное количество стабилизирующего вещества или слишком высокая температура при смешивании. Практика показывает, что при использовании целлюлозных волокон в качестве стабилизирующей добавки, вытекание вяжущего материала невозможно даже при высоких температурах.

Вытекание во время уплотнения, наиболее заметное на середине полосы, означает чрезмерное наполнение каркаса из заполнителя вяжущим. Если вода протекает через слой покрытия, это означает слишком большую его пористость. Если при этом уплотнение все же проходит удовлетворительно, это указывает на недостаточное количество асфальтовяжущего.

6.3 Стабилизирующие добавки

Термин «стабилизирующая добавка» может ввести в заблуждение. Применительно к щебеночно-мастичному асфальту "ЩМА", стабилизирующая добавка, в первую очередь, означает вещество, удерживающее вяжущий материал для обеспечения однородности смеси. Она служит для предотвращения вытекания вяжущего материала во время транспортировки и укладки.

В Германии целлюлозные волокна зарекомендовали себя как самые эффективные стабилизирующие добавки; примером является "TECHNOCEL" - целлюлозные волокна, и "TOPCEL" - целлюлозные гранулы.

7. Щебеночно-мастичный асфальт для дорог с интенсивным движением

Щебеночно-мастичный асфальт был разработан для обеспечения прочности при высоких транспортных нагрузках. В спецификациях "ZTV AsphaltStB2001" представлен довольно широкий диапазон. Однако этот диапазон редко использовался для оптимизации смеси с целью обеспечения хорошей стабильности и оптимального состава. Поэтому Немецкая исследовательская ассоциация дорожного строительства (FGSV) опубликовала рекомендации по расчету, смешиванию и укладке "ЩМА". Нужно упомянуть следующие уточнения, сужающие и изменяющие первоначальные нормативы:

- использование вяжущих материалов большей вязкости;
- применение крупного заполнителя;
- повышение содержания асфальтовяжущего;
- повышение содержания вяжущего материала.

Тенденция к использованию смесей с высоким содержанием щебня, имеющих высокую прочность для дорог с интенсивным движением, определена в Немецкой дорожной классификации "BauklassenSV и I".

8. Изучение смесей щебеночно-мастичного асфальта с разными вяжущими материалами

В ходе исследовательской работы в лаборатории Веймарского Университета стандартная смесь ЩМА 0/8S подвергалась изменениям и анализировалась. Сначала тип вяжущего материала оставался неизменным, но изменялось его содержание. Использовался вяжущий материал В 50/70.

Содержание вяжущего материала и состав смеси приведены в таблице 2.

Битум	Мелкий щебень в смеси, %	Битум, %	Глубина полей после прокаток
В 50/70	75	6,5	9,4 мм
В 50/70	75	7,0	2,8 мм
В 50/70	75	7,5	12,2 мм

Испытание прокаткой колесом, щебень - 75%, в смеси SMA0/8S

Испытание прокаткой с различным содержанием битума

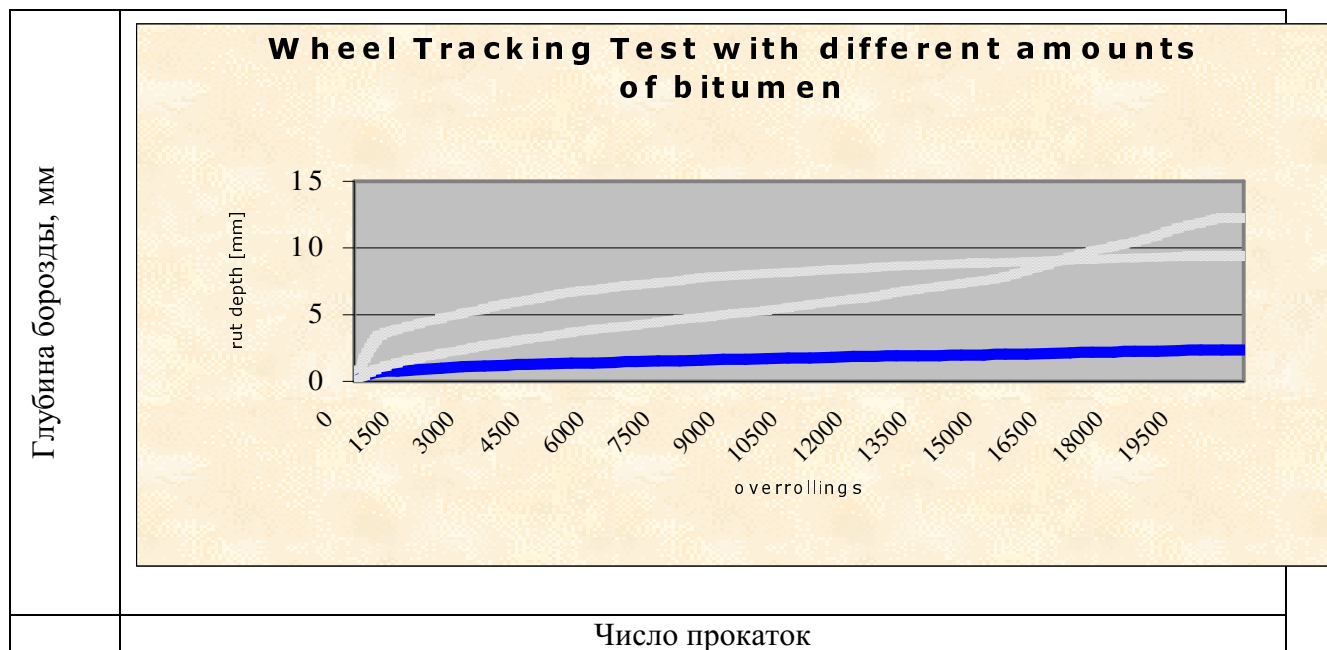


Таблица 3. Результаты испытания при различном содержании битума.

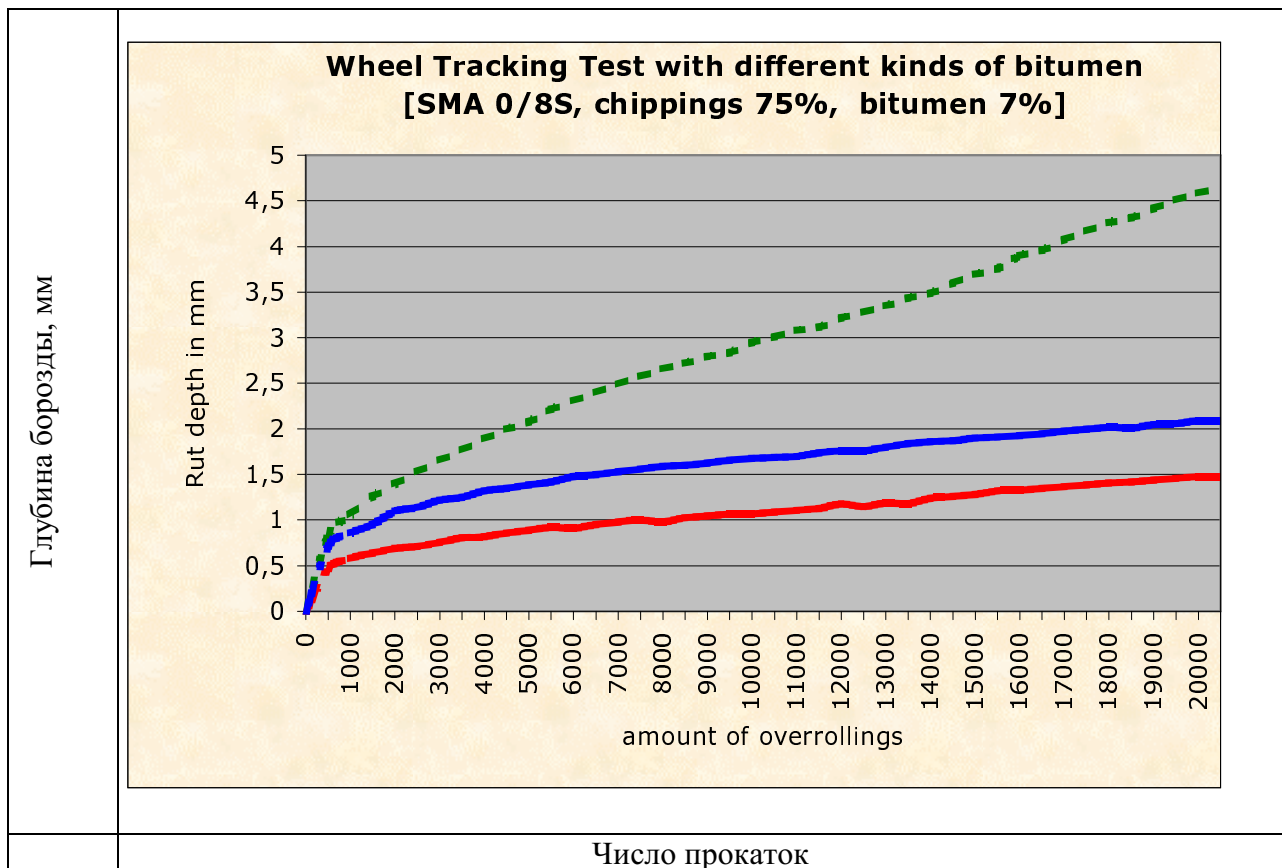
Битум В50/70	Содержание битума 6,5%	—
Битум В50/70	Содержание битума 7,0%	—
Битум В50/70	Содержание битума 7,5%	—

Результаты испытания прокаткой при изменении вида битума:

Использовано три вида битума. Содержание битума оставалось постоянным (7%).

Испытание прокаткой колесом с различными видами битума

(ЩМА0/8S, щебень - 75%, битум - 7%)



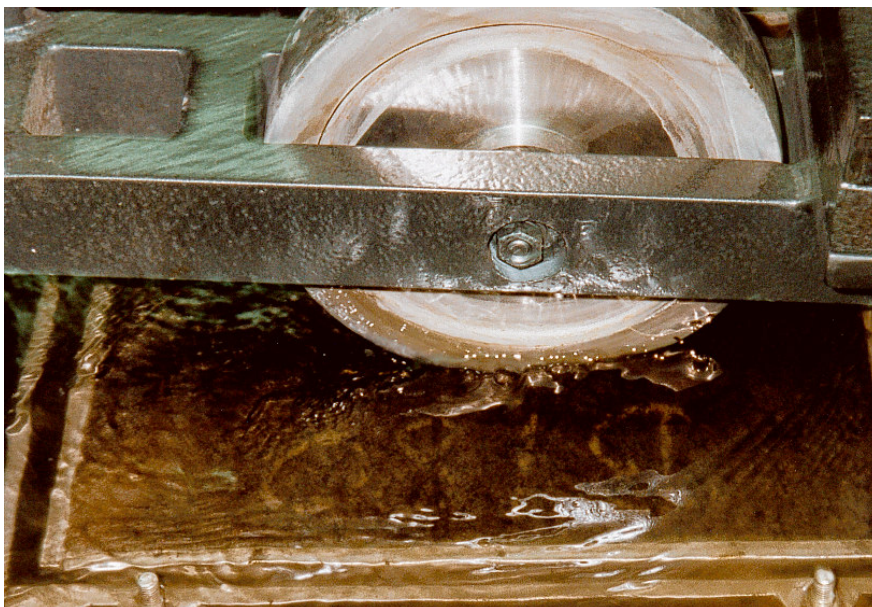
(1) Битум В50/70	
(2) Битум РmВ45	
(3) ССВит 113	

Отдельные результаты испытание на образование колеи представлены значением средней глубины колеи (таблица 4)

Таблица 4. Средняя глубина колеи

Тип связующего материала	Средняя глубина борозды после 200 циклов
В 50/70	4,6 мм
РmВ 45	2,2 мм
ССВит 113	1,5 мм

Испытание прокаткой колесом в водяной ванне



Делая выводы, можно сказать, что щебеночно-мастичный асфальт является замечательным материалом для дорожных покрытий с сильным движением (дороги с высокой транспортной нагрузкой). Фактически, все дорожное строительство должно вестись традиционными технологиями. Целлюлозные волокна почти всегда используются в качестве стабилизирующих добавок в смесях "ЩМА". Целлюлозные волокна образуют трехмерную матрицу в связующем и молекулярную поверхностную связь со связующими компонентами. Такая двойная функция означает, что в асфальтовой смеси можно применять относительно высокое содержание связующего материала без вытекания. Волокна не допускают вытекания связующего материала во время хранения, транспортировки и укладки. Целлюлозные волокна повышают сопротивление асфальтовой смеси образованию колеи, повышают ее жесткость и, благодаря более высокому содержанию связующего материала, ее долговечность. Устойчивое и долговечное покрытие из "ЩМА" может быть получено только в том случае, когда компоненты, то есть фракции заполнителя, связующий материал, связывающий их, и вещество, удерживающее связующий материал (стабилизирующая добавка), добавляются оптимальным образом по очереди.

Важным аспектом использования "ЩМА" является правильный расчет смеси с тщательным подбором минеральных заполнителей и типа связующего материала. Устойчивость "ЩМА" к образованию колеи в значительной степени зависит от стабильности состава смеси. Фактически решающее значение имеет расчет смеси. Исследования, проведенные в Веймарском Университете, показали, что при оптимальном составе смеси независимо от типа связующего материала глубина колеи остается почти одинаковой (менее 4,5 мм).

Исходя из этого и других исследований, максимально допустимая глубина колеи не должна превышать 3,5 мм для "ЩМА", устойчивого к образованию колеи. Однако следует помнить, что хотя все испытанные смеси щебеночно-мастичного асфальта показали малую глубину колеи, это еще не означает, что они будут вести себя подобным образом на практике. Существуют иные факторы, которые следует принимать во внимание. Известно, что использование битума "PmB" и, лучше, "ССВit 113" дает смесям "ЩМА" дополнительные преимущества, в частности:

- лучшая сопротивляемость усталости;
- лучшее поведение при низкой температуре;
- лучшая трещиностойкость;
- лучшее поведение при старении;
- лучшее сцепление слоев.

Также следует заметить, что при сильном дорожном движении и на стратегических автодорогах (автобаны) в слоях дорожного покрытия из "ЩМА" все чаще вместо немодифицированных битумов используются модифицированные. Учитывается то, что их использование снижает риск дефектов и гарантирует более долгий срок службы. Начальные высокие затраты на новые специально модифицированные битумы не являются существенными, если учитывать затраты, распределенные на весь срок службы.

Литература:

- (1) Хученрейтер Й., Вернер Т., " Асфальт в дорожном строительстве", издательство строительной промышленности, Берлин 1998. Веймар, 20.04.2000.