

Создание битум-полимерного вяжущего для щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Идрисов М.Р., Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф., Янзоркин О.В.

Казанский Государственный Технологический Университет

Зерновой состав щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) включает высокое содержание фракционированного щебня (70-80% по массе) с улучшенной (кубовидной) формой зерен с целью создания максимально устойчивого минерального остова в уплотненном слое покрытия. Сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА, характеризующая сопротивление колееобразованию, обеспечивается, главным образом, требуемым значением коэффициента внутреннего трения. Поэтому в песчаной части смеси применяется исключительно песок из отсевов дробления горных пород, так как природный песок снижает коэффициент внутреннего трения. Кривые зерновых составов минеральной части ЩМА существенно отклоняются от кривых плотных смесей (рис. 1).

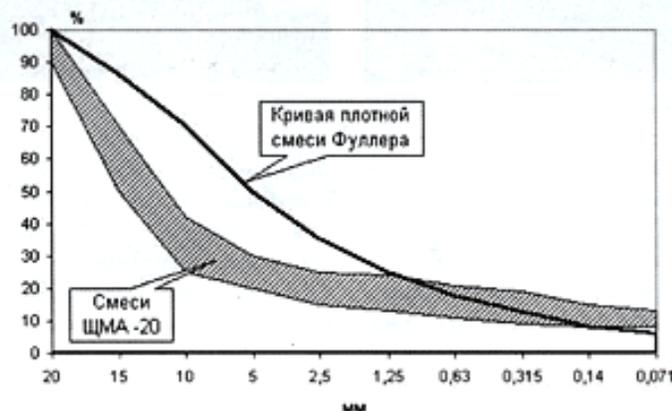


Рисунок 1 – Кривые зерновых составов минеральной части ЩМА и плотных смесей

Принципиальная разница между ЩМА и обычным асфальтобетоном заключается в том, что допуск на размер щебня в асфальтобетонной смеси намного шире, чем в ЩМА. Обусловлено это наличием большего объема пустот в асфальтобетонной смеси, которые необходимо заполнить более

мелкими фракциями. В ЩМА основную структуру составляет крупный щебень, а мелкий служит только для создания "мастики", заполняющей пустое пространство в щебеночном скелете (рис. 2). Тем самым достигается лучший контакт минеральной части и битумного вяжущего.

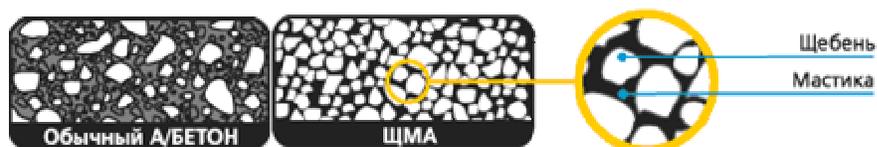


Рисунок 2 – Отличие структуры обычного асфальтобетона от структуры щебеночно-мастичного асфальтобетона

Однако при укладке дорожного полотна из щебеночно-мастичного асфальтобетона одной из важнейших проблем остается адгезия (прилипание) битумного материала к камню. Решение данной проблемы рассматривалось в рамках создания стабилизирующих добавок к ЩМА. В результате были разработаны полимерные модификаторы, которые увеличивают адгезионные взаимодействия внутри структуры покрытия. В качестве исходного битума были взяты битумы двух марок:

1. битум марки БНД 90/130 (Уфа);
2. битум марки БНД 60/90 (Нижекамск, ОАО «Таиф-НК»).

Результаты исследований представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Показатель адгезии модифицированного битума на основе БНД 90/130

Номер образца	Состав БПВ, % мас					Сцепление с щебнем Павловск. Гранит., котр. Образец №
	Битум БНД 90/130	Полимер А	Пластификатор А	Пластификатор Б	Растворитель	
1	2	3	4	5	6	7
1	98	-	2	-	-	1
2	96	-	4	-	-	2
3	93	-	7	-	-	2
4	91	-	9	-	-	3
5	98	-	-	2	-	1
6	96	-	-	4	-	1
7	93	-	-	7	-	2
8	91	-	-	9	-	2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
9	99	1	-	-	-	2
10	98	2	-	-	-	2
11	97	3	-	-	-	1
12	95	3	2	-	-	2
13	95	3	-	2	-	2
14	93	3	-	4	-	2
15	93	3	2	-	2	2
16	91	3	-	4	2	2
17	98	0,86	-	0,57	0,57	2
18	96	1,72	-	1,14	1,14	1
19	93	3	-	2	2	1
20	91	3,86	-	2,57	2,57	2
Битум БНД 90/130 (УФА)						3
Требования ГОСТ 22245-90 БНД 90-130						
Требования Росавтодора						2

Таблица 2 – Показатель адгезии модифицированного битума на основе БНД 60/90

Номер образца	Состав БПВ, % мас			Сцепление с щебнем Павловск. Гранит., котр. Образец №
	Битум БНД 60/90	Полимер А	Пластификатор марки В	
1	2	3	4	5
1	96,16	1,92	1,92	2
2	94,34	1,89	3,77	2
3	92,59	1,85	5,56	1
4	90,91	1,82	7,27	3
5	89,28	1,79	8,93	2
6	87,72	1,75	10,53	2
7	94,34	3,77	1,89	3
8	92,60	3,7	3,7	3
9	90,91	3,64	5,45	1
10	89,29	3,57	7,14	2
11	87,62	3,61	8,77	2
12	86,21	3,45	10,34	2
Битум БНД 60/90 («Таиф-НК»)				3
Требования ГОСТ 22245-90 БНД 90-130				
Требования Росавтодора				2

Процесс образования адгезионной связи обычно делят на две стадии. На первой, так называемой транспортной стадии, происходит перемещение молекул адгезива (клеющего вещества, связующего) к поверхности субстрата (тело, на которое наносится адгезив) и их определенное ориентирование в межфазном слое, в результате чего обеспечивается тесный контакт между молекулами и функциональными группами молекул адгезива и субстрата. Протеканию первой стадии процесса адгезии способствуют повышение температуры и давления, а также перевод одной из фаз (обычно адгезива) в жидкое состояние растворением или плавлением. Более тесный контакт между адгезивом и субстратом достигается после тщательной очистки взаимодействующих поверхностей.

Вторая стадия адгезии состоит в непосредственном взаимодействии адгезива и субстрата, которое может быть обусловлено различными силами — от ван-дер-ваальсовых до химических. Силы ковалентных связей начинают действовать на расстояниях между атомами и молекулами, не превышающих 0,5 нм. Действие ионных и ван-дер-ваальсовых сил проявляется на более дальних расстояниях—приблизительно от 1 до 100 нм. Отсюда четко видна необходимость первой стадии процесса адгезии. Межмолекулярным взаимодействием контактирующих фаз завершается процесс адгезии, что соответствует минимальной межфазной (поверхностной) энергии. При склеивании твердых тел на этой стадии происходит затвердевание адгезива. Затвердевание наиболее трудно поддается количественному описанию.

Постадийное рассмотрение процесса адгезии позволяет сделать заключение, что между двумя жидкостями или жидкостью и твердым телом может быть достигнута максимальная адгезия, так как между такими фазами обеспечивается полный контакт. Максимальная адгезия твердых тел практически недостижима из-за неровности их поверхностей, соприкосновение которых происходит только в отдельных точках.

Различают несколько механизмов (и соответственно теорий адгезии) в

зависимости от природы взаимодействующих тел и условий, при которых происходит адгезия. Механическая адгезия осуществляется путем затекания в поры и трещины поверхности твердого тела жидкого адгезива, который затем затвердевает, обеспечивая механическое зацепление с твердым телом. Согласно молекулярному (адсорбционному) механизму адгезия возникает под действием межмолекулярных ван-дер-ваальсовых сил и водородных связей. Для такой адгезии приложимо известное правило сходства веществ по полярности: чем ближе по полярности адгезив и субстрат, тем более прочен контакт между ним. Электрическая теория связывает адгезию с возникновением двойного электрического слоя на границе раздела между адгезивом и субстратом. Отслаивание, как и раздвижение обкладок конденсатора, вызывает увеличение разности электрических потенциалов, которое обуславливает прочность адгезионного контакта. Диффузионный механизм предусматривает взаимное проникновение молекул и атомов в поверхностные слои взаимодействующих фаз. Процесс диффузии приводит как бы к размыванию границы раздела фаз, взаимному их растворению в местах контакта. Отдельно выделяется механизм, обусловленный химическим взаимодействием при адгезии. В конкретных условиях один из механизмов может преобладать, чаще же механизм адгезии является смешанным.

С точки зрения адсорбционной теории сцепление между поверхностями адгезива и субстрата на достаточно близком расстоянии обусловлено действием межатомных и межмолекулярных сил. Как правило, возникающие связи являются вандерваальсовыми (вторичными). Сюда же можно отнести и водородные взаимодействия. Кроме того, в направлении, перпендикулярном границе раздела фа, могут образовываться и химические взаимодействия. Такое явление (хемосорбция) состоит в генерировании ионных, ковалентных или металлических межфазных связей, называемых первичными.

В разработанном полимерном модификаторе в качестве пластификатора был выбран полимер, обладающий концевыми SH-группами. Предположительно между водородом данной группы и атомом кислорода на

поверхности минерального камня образуется водородная связь. Следует также сказать, что в составе выбранных пластификаторов имеются активные центры, состоящие из соединений серы, что приводит к вулканизации пластификаторов при их введении в битум. Происходит армирование системы. Это в совокупности с водородными связями и возможным образованием химических связей между серой в битум-полимерной композиции и металлами в камне усиливает адгезионное соединение в щебеночно-мастичном асфальтобетоне.

Теоретическая оценка адгезии еще очень приближена, что объясняется не только несовершенством уравнения, по которым рассчитываются силы межмолекулярных связей, но и тем, что невозможно оценить реальное число связей, приходящееся на единицу площади (оно всегда меньше теоретического, что говорит о возможности увеличения прочности соединения). Кроме того, трудно оценить истинную площадь контакта фаз, которая может быть намного больше визуальной наблюдаемой благодаря наличию шероховатостей в поверхностном слое. Для обеспечения прочности соединения шероховатость часто увеличивают путем специальной обработки поверхностей материалов. Работу адгезии и адгезионную прочность экспериментально определяют при непосредственном разрушении соединения. Работу адгезии можно определить и косвенными методами, которые особенно удобны, если хотя бы одной из взаимодействующих фаз является жидкость и можно измерить, например, краевой угол.

Список использованной литературы:

1. Стебаков А.П., Кирюхин Г.Н. Щебеночно-мастичный асфальтобетон - будущее дорожных покрытий/ А.П. Стебаков, Г.Н. Кирюхин// "Строительная техника и технологии" №3, 2002г
2. Кинлок Э. Адгезия и адгезивы/ Э. Кинлок; перевод с англ. А. Б. Зильберман. – М.: Мир, 1991. – 484с.
3. Сюняев З.И. Нефтяные дисперсные системы / З.И. Сюняев – М.: Химия, 1990. – 226 с.