

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Голодок Кирилл Владимирович, магистрант

Голодок Максим Владимирович, студент 4-го курса

кафедра «Автомобильные дороги»

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

(Научные руководители – Кравченко С.Е., канд. техн. наук, доцент,

Жуковский Е.М., ассистент.)

Управление свойствами дорожных эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС) необходимая задача для дорожной отрасли. В последнее время эта область набирает обороты и достигаются значительные результаты, которые необходимо развивать, чтобы была возможность создавать качественные и долговечные материалы из ЭМС.

Существует несколько способов улучшения свойств ЭМС. Необходимо систематизировать и рассмотреть основные из них.

Внешнее воздействие. Внешнее воздействие характерно нагреванием готовой смеси для улучшения свойств конечного продукта, а также уплотнение до максимальных показателей через некоторое время. Под этот тип подходит пропитка кольматирующими составами, устройство слоев износа и др. Все вышеперечисленные способы отражены в существующей нормативной документации.

Активация. Сущность технологии активации битумо-минеральных материалов и методы их активации изложены Я. Н. Ковалевым.

Для ЭМС эффективными являются методы активации, которые направлены на модификацию минеральной составляющей смесей. Активация увеличивает число активных центров на минеральной поверхности, которые способствуют осаждению эмульгатора и глобул битума, что ускоряет стадии коагуляции и адсорбции. На данном способе основана активация битумной эмульсии и ее компонентов. Разницей является увеличение поверхностной активности вяжущего.

В нашей стране внедрены активационные технологии, которая основана на воздействии на воду постоянного электрического тока с целью изготовления битумной эмульсии. После преобразований воды происходит улучшение адгезии минеральных материалов к эмульсии, возрастает прочность ЭМС, а также водостойкость.

Зарубежные ученые владеют несколькими способами модификации минеральной поверхности. Аминокслоты, алкилоамины, высокомолекулярные ПАВ используются в качестве гидрофобизатора. Обработку минеральной части предложено делать силаном 0,001 % - 0,02 % по массе. В следствие чего увеличивается адгезия и когезия материала из ЭМС, а также его водостойкость.

Такие технологии по производству ЭМС активно не применяются, потому что необходимо дополнительное оборудование, что ведет к усложнению производства и дополнительным материальным затратам.

Оптимизация состава. Для приготовления ЭМС рецептура эмульсии может быть различна. Основопологающим с точки зрения процессов, происходящих в ЭМС является тип эмульгатора и кислоты. Компания Eurovia в качестве эмульгатора использует амфотерный ПАВ. Он позволяет на стадии приготовления и применения ЭМС улучшить физико-механические свойства смеси на 6 % - 9 %, а также контролировать состояние смеси.

Белорусские специалисты не могут в полной мере работать по вопросам изменения составов ЭМС. Связано это с несколькими факторами. Основную часть запасов ПАВ составляют зарубежные материалы, а отечественные аналоги не могут конкурировать по данным показателям. Есть и технологический фактор: при приготовлении ЭМС по комплексной технологии применяется 2 фракции заполнителя, это не дает возможности провести оптимизацию состава минеральной части по необходимым критериям.

Важную роль играет вода в формировании ЭМС, поэтому важно оптимизировать ее наличие в смеси. Вода участвует в приготовлении эмульсии и снижает ее вязкость. Присутствие воды в уложенном слое из ЭМС не дает формироваться пленке вяжущего и дает возможность ее разрушения на раннем этапе. Вода ионизирует среду ЭМС в процессе этого происходит коалесценция и распад эмульсии, а также помогает процессу химического взаимодействия битумной эмульсии и минерального материала. Итогом химического взаимодействия является основательность покрытия поверхности минеральных материалов битумной эмульсией.

Чтобы добиться лучшей обволакиваемости минеральных материалов вяжущим эмульсия должна максимально возможно смачивать их. Происходит активация отрицательных зарядов поверхности материала при смачивании водой кремнеземистых материалов при $pH = 4-6$, это происходит из-за реакции кремнезема и воды и диссоциацией его гидроокиси. Поэтому при использовании катионной эмульсии для смачивания минеральной составляющей положительно заряженные глобулы битума притягивают свободные силикатные ионы. Со временем формируются сразу ионные моно-, а позже двойные слои. Данные

манипуляции позволяют регулировать скорость распада эмульсии следующим образом:

- при образовании двойного поверхностного слоя, напротив, большое количество ПАВ уменьшает поверхностную активность минерального материала по отношению к глобулам битума, создавая отрицательный заряд поверхности;

- при образовании монослоев совсем малое количество ПАВ не дает формировать двойного слоя, который мог сообщить поверхности минерального материала положительный заряд и не давал возможности флокуляции битумных капель, позволяя ускорить распад эмульсии.

Можно сделать вывод, что вода весомый фактор в начале формирования пленки вяжущего и дает возможность получить более однородную ЭМС с достаточно сильной адгезией между минеральной поверхностью и глобул битумом. Замедление процесса формирования структуры ЭМС происходит благодаря воде, когда материал приобретает конечные свойства. На производстве необходимое количество воды узнают путем пробного замеса по итоговой консистенции: необходимо визуально наблюдать равномерно распределенное вяжущее по смеси, а также быть рыхлой однородной связной массой. Если обнаруживаются большие количества неоднородностей, и минеральная часть смеси недостаточно обработана, то необходимо увеличить количество воды. Если картина противоположная, и смесь слишком подвижная и влажная, то необходимо уменьшить количество воды. Но соотношение воды к остальной смеси стараются держать минимально возможным, так как ее избыток замедляет становление структуры слоя.

Нагревание. Новой разработкой является приготовление ЭМС по принципу повышения температуры, технология родом из Франции: минеральную часть необходимо обработать битумной эмульсией, далее без распада производится нагрев до температуры 35 °С – 60 °С. Производить нагрев возможно при укладке смеси, погрузке и разгрузке и на этапе смешения материалов.

Технология подогрева в США заключается в подогреве минеральной части до температуры 70 °С – 145 °С, а эмульсию добавлять в горячем виде при температуре 80 °С – 90 °С, сразу после приготовления. По итогу образуется теплая ЭМС, в которой достаточно высокая когезия, повышенными физико-механическими свойствами и сниженными сроками формирования.

Существует возможность повышать температуру ЭМС с помощью добавления в ее состав специальных смесей – экзотермических. Сущность такой смеси заключается в повышении температуры за счет перемешивания на 10 °С – 15 °С. В таких смесях увеличивается прочность и снижается вязкость

битума, повышается водостойкость. Так же преимуществом является экономия энергии на подогрев.

Регулирующие добавки. Сейчас в наших условиях применяются в качестве добавок в ЭМС разного рода ПАВ и тонкодисперсные минеральные материалы.

Для улучшения физико-механических свойств и адгезии битумной эмульсии к минеральным материалам в качестве добавки предлагается добавлять неионогенное ПАВ типа алкилполиглицозида до 0,02 от массы эмульсии.

Для ЭМС адгезионные добавки не распространены повсеместно. С другой стороны, в асфальтобетоне активно применяют такого рода добавки. ПАВ, содержащееся в битумной эмульсии является достаточным количеством для взаимодействия минеральной части и вяжущего, а увеличение концентрации может привести к замедлению распада эмульсии и уменьшению адгезии.

В нашей стране имеют большое распространение зарубежные ПАВ. Они применяются для более быстрого удаления воды из смеси. Это происходит при уплотнении материала. Основным преимуществом является сокращение срока набора прочности и уплотнение материала получается достичь максимально возможным.

Самым распространённым видом добавок является введение гидравлического вяжущего. Оно способствует связыванию воды химически, что улучшает адгезию, а также у гидравлического вяжущего формирует дополнительную кристаллическую структуру. Основными добавками такого типа являются известь и цемент. В Советском Союзе существовал состав ЭМС, где цемент составлял 8 % - 18 % от минерального материала.

Возможно ускорение формирования структуры ЭМС путем введения карбоната кальция в количестве 0,003 часть от массы битумной эмульсии.

Как показал рассмотренный материал, количество органических вяжущих, вводимых по массе может быть различно. Различаются и технологии, при которых они применяются при введении в смесь.

Применение вторичных материалов доказало свою эффективность при введении в ЭМС как добавку. Яркими примерами являются минеральные порошки и золы-уноса ТЭС. Однако эти добавки не получили широкого применения по ряду причин.