

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРОШКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Гувалов А.А., Мамедов А.Д.

*Азербайджанский архитектурно-строительный университет
Производственно-строительно инвестиционная корпорация АККОРД
Баку, abbas.guvalov@akkord.az*

Современная тенденция к миниатюризации показала, что вещество может иметь совершенно новые свойства, если взять очень маленькую частицу этого вещества. Частицы размерами от 1 до 100 нанометров обычно называют «наночастицами». Наночастицы некоторых материалов имеют очень хорошие каталитические и адсорбционные свойства. Применение наночастиц в производстве строительных материалов проявляет необычные свойства.

Основными продуктами нанотехнологии в мире в настоящее время являются нанопорошки и наночастицы, различающиеся размерами, формой и специфическими свойствами. Улучшение свойств материалов, наблюдаемое при использовании нанопорошков и наночастиц, связано с физико-химическими процессами и явлениями, происходящими на поверхности взаимодействующих фаз.

В условиях резко возросшей интенсивности движения автомобильного транспорта, глобальных изменений климата ужесточаются требования к качеству дорожных покрытий. Одним из способов решения этой проблемы является использование нанотехнологий в производстве асфальтобетона. Асфальтобетон представляет собой композиционный материал, основу которого составляют минеральные частицы разных размеров, связанные битумом, свойствами которого определяется большинство физико-механических показателей материала. Содержание каждого из компонентов асфальтобетонной смеси жестко нормируется требованиями стандартов в зависимости от условий работы дорожного покрытия. Содержание битума, как правило, не превышает 7 % от массы материала.

Битум, выпускаемый отечественными предприятиями, обладает рядом существенных недостатков: слишком узким интервалом пластичности и слишком низким комплексом основных свойств, необходимых для создания высококачественных покрытий, особенно при температурах ниже нуля. В связи с этим возникает настоятельная потребность в улучшении свойств битума путем введения в него модифицирующих добавок.

Механизм действия модификаторов состоит в связывании длинномерных молекул битума с образованием прочной пространственной сетки. В качестве связующих элементов могут быть использованы различные материалы, в том числе и наночастицы. Характер сил, формирующих пространственную сетку из молекул битума, до настоящего времени не изучен. Предполагается, что при введении модификатора в матрицу реализуется специфический физико-химический процесс трансформации поверхностной энергии частиц модификатора, приводящий к упорядочению и упрочнению модифицируемой матрицы.

В настоящее время разработки в области микрореакторной универсальной технологии углеродных нанотрубок, фуллеренов, наноалмазов, графенов, наночастиц металлов, их оксидных соединений, наночастиц карбидов, нитридов и т.п. Важнейшей отличительной особенностью этой технологии является непосредственное поглощение наночастиц практически в момент их образования специально разработанными жидкими органическими средами, которые препятствуют их агрегации в течение длительного времени – более полугода. При наномодифицировании эффект упрочнения достигается при концентрациях нанодобавок в сотые и тысячные доли массового процента. При этом кардинальным образом улучшаются потребительские свойства материалов. Базовый продукт ArmCar, содержащий многостенные углеродные нанотрубки и наноалмазы в настоящее время используется для получения наномодификатора ArmBit для битумов и асфальтобетонов.

Концентрация наномодификатора в битуме – 0,005 масс. %; R20 и R50 – пределы прочности на сжатие при 20 и 50 °С соответственно.

Достоинством рассмотренных способов модификации битума в асфальтобетоне является возможность их внедрения без изменения требований стандарта на состав асфальтобетонной смеси и технологии ее производства. Модификаторы выступают в роли заменителя части битума в асфальтобетоне при неизменном его содержании в материале, что не требует пересмотра нормативных документов. При стоимости модификатора ниже стоимости битума замена части битума модификатором является экономически обоснованной. В противном случае использование модификаторов связано с удорожанием асфальтобетонной смеси, а значит, и дорожного покрытия в целом.

Результатом воздействия наномодификаторов является повышение технических и эксплуатационных свойств асфальтобетона. Такой же эффект достигается при структурировании асфальтовяжущего. В этом случае эффект достигается уменьшением содержания битума в асфальтобетонной смеси при упорядоченном расположении частиц минерального порошка в асфальтовяжущем. В отличие от модификации асфальтобетона, где происходит самоорганизация структуры вследствие введения модификаторов, при структурировании асфальтовяжущего упорядочение структуры реализуется путем механического воздействия на частицы материала в процессе окатывания гранул.

В заключение отметим, что технология структурирования асфальтовяжущего является принципиально новой для производства асфальтобетона. Ее внедрение требует пересмотра требований к асфальтобетону и технологии его производства. Однако снижение себестоимости материала на 30–40 % может быть весомым основанием для продолжения работ в этом направлении. Снижение стоимости обусловлено уменьшением содержания битума в асфальтобетонной смеси, а также возможностью использования вместо дорогостоящих каменных материалов различных отходов производства и местных минеральных материалов. Кроме того, возможность заготовки гранулированных продуктов впрок, возможность круглогодичной работы асфальтобетонных заводов с увеличением числа рабочих мест, возможность холодной укладки асфальтобетонной смеси в дорожное полотно дополняют достоинства нового материала.

О возможности включения технологии структурирования асфальтовяжущего в класс нанотехнологий отметим следующее. В соответствии с приведенной выше классификацией ограничительным фактором при решении этого вопроса является размер объекта, формирующего новые свойства материала. В рассматриваемой технологии таким объектом является битумная пленка в асфальтовяжущем между частицами минерального порошка, а контролируемым параметром – толщина этой пленки. Прямое измерение этой величины весьма проблематично. Однако можно воспользоваться соображениями, позволяющими оценить порядок этой величины. Удельная поверхность минеральных порошков, вырабатываемых отечественными предприятиями, составляет в среднем 300–350 м²/кг. Тогда можно определить толщину битумной пленки, необходимой для распределения 13 % битума в массе асфальтовяжущего. Процентное содержание битума взято в соответствии с данными, приведенными в работе. Проведя простой расчет, получим оценку порядка 1–7 м, т.е. 100 нм.

Таким образом, поверхностный слой веществ – особая поверхностная фаза толщиной в несколько нанометров. По этому показателю его можно было бы отнести к наноструктурам. Однако типичными наноструктурами принято считать только обособленные тела – нити, ленты, пленки трубки такой же толщины. Поверхностный слой только с одной стороны имеет межфазовую границу, отделяющую его от других веществ. Поэтому поверхностный слой является особой поверхностной фазой вещества, но не типичной наноструктурой.