

МОДИФИКАЦИЯ БИТУМОВ, КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Холмунинова Д.А. старший преподаватель
Мамадалиева Ч. студентка 1-го курса
(Джизакский политехнический институт)

АННОТАЦИЯ

Одним из способов повышения качества асфальтобетонных покрытий является модификация компонентов асфальтобетонной смеси, в том числе и битума. В статье рассмотрены основные способы модификации битумов полимерами.

Ключевые слова: [битумы](#), [модифицирующие добавки](#), битум-полимерное вяжущее, полимеры.

Дорожное строительство является неотъемлемой частью экономического развития каждой страны, и улучшение качества дорожных магистралей является актуальной проблемой. Дорожные покрытия состоят из основания и дорожного покрытия. Общим для большей части дорожных покрытий является сочетание в них минеральных наполнителей и битума, в которых битум используется в качестве прочной водонепроницаемой связующей среды. Выбор типа покрытия и способа его строительства определяется местными условиями, характером автотранспорта и интенсивностью движения по данной дороге. Применяют в основном строительство дорожных покрытий поверхностной обработкой битумом дороги и смешением битума с каменным материалом на дороге. В зависимости от температуры обрабатываемой и укладываемой смеси различают горячий и холодный способы строительства дорожных покрытий. Выбор вяжущих материалов зависит от способа строительства дорог, интенсивности движения автотранспорта, климатических условий, наличия местных строительных материалов, дорожных механизмов и других экономических факторов.

Нефтяной дорожный битум – основной вид вяжущего или клея, успешно применяемого в дорожной отрасли при строительстве и ремонте дорожных покрытий, пластичный, способный без разрушения выдерживать воздействие низких температур и температурных перепадов, а также приложенных деформаций. Однако специфические условия эксплуатации таких высоконагруженных объектов дорожного строительства как мосты,

путепроводы, развязки и прочие обуславливают необходимость предъявления более высоких требований к асфальтобетонным покрытиям.

В последнее время возросли транспортные нагрузки, усилилось техногенное воздействие на автодороги, такие как кислотные осадки, загрязнители атмосферы и другие, участились перепады температур. В совокупности эти факторы ведут к усиленному разрушению покрытий автодорог.

Современное строительство автомобильных дорог предъявляет повышенные требования к дорожно-строительным материалам, особенно к вяжущим веществам, в частности к битумам для асфальтобетона.

Срок службы и эксплуатационные качества асфальтобетонных покрытий в большей мере зависят от конструкции автодороги, уровня технологии строительства дорожной одежды, состава и интенсивности движения, качества эксплуатации дорог, и особенно от качества асфальтобетонного покрытия, от физико-механических свойств используемых асфальтобетонных смесей. Обычно асфальтобетонные покрытия на основе нефтяного дорожного битума не способны обеспечить в условиях современного грузонапряженного и интенсивного движения требуемых физико-механических свойств покрытий и их долговечность. Низкая эластичность, недостаточные показатели трещиностойкости и температурного интервала работоспособности ограничивают применение изделий из них в жаркий летний период и зимой. Это основные недостатки, по которым битум не выдерживает предъявленных к нему требований. Одним из основных способов повышения сроков службы асфальтобетонных покрытий в силу физической природы и структурных особенностей асфальтобетона является изменение структуры и свойств органических вяжущих материалов, используемых для его приготовления.

В битум-полимерных композициях (БПК) в настоящее время испытаны практически все известные полимеры [1]. Однако их количество, применяемое на практике, невелико. Следует отметить, что единого полимерного модификатора для всех типов битумов не существует и быть не может. Одной из причин этого является коллоидный характер, химическая природа и структура битума, в сочетании со значительными его полимолекулярностью и полидисперсностью, существенно ограничивающими круг возможных модификаторов. При выборе полимеров необходимо обеспечить следующее: - быстрое его совмещение с битумом (желательно растворяться в нем) за короткое время; - близость параметров растворимости полимера и мальтеновой фракции битума; - хорошую перерабатываемость; - способность длительное время сохранять необходимые свойства; - высокую стабильность структуры БПК во

времени и устойчивость к разрушающим воздействиям при эксплуатации; - отсутствие выделения в окружающую среду вредных веществ; - быть не дорогим и недефицитным. Однако удовлетворить одновременно всем этим требованиям не может ни один из известных модификаторов. Следовательно, задача подбора состава полимерного модификатора для вязких низкоокисленных битумов и получения однородных, долговечных битум-полимерных вяжущих на их основе до сих пор не решена. Большинство работ, посвященных модификации битумов полимерами, носит эмпирический характер. Теория совместимости полимеров с битумами пока не создана. Между тем, знание особенностей строения битумов и полимеров в сочетании с накопленными эмпирическими данными позволяет уже сейчас составить общее представление о процессах, происходящих при их совмещении, и объяснить в соответствии с этими представлениями наблюдающиеся изменения в свойствах компаундов. К настоящему времени в полимерно-битумных композициях испытаны практически все известные полимеры. Однако для практических целей применяются лишь некоторые типы высокомолекулярных соединений.

Наиболее распространенными приемами является модификация наполнителями, поверхностно-активными веществами, а также полимерными добавками или отходами их производства. В последние 15-20 лет битумполимерные вяжущие (БПВ) стали применяться особенно широко. Во-первых, потому, что синтетические полимерные материалы производят сотнями тысяч тонн в год, и они стали более доступны, а во-вторых, при такой модификации битуму передается ряд ценных свойств, присущих полимерам: пластичность и эластичность в широком температурном интервале, прочность и теплоустойчивость при положительных температурах, стойкость к старению и агрессивным средам. Применение битум-полимерных вяжущих в дорожном строительстве повышает долговечность покрытий и снижает затраты на ремонтные расходы. Асфальтобетон, приготовленный с применением модифицированных битумов, обладает улучшенными свойствами: повышенной тепло- и морозоустойчивостью, водостойкостью, прочностью, сдвигоустойчивостью. Таким образом, разработка новых составов БПВ для асфальтобетонов, используемых в верхних слоях дорожного покрытия, представляется актуальной задачей.

Удовлетворить эти требования в полной мере нормируемые марки дорожных битумов уже не в состоянии. Кроме того, с каждым годом возрастают нагрузки из-за увеличения интенсивности движения. Негативно влияет на дорожное покрытие использование шипованной резины. Во всем мире постоянно проводят работы по созданию новых современных дорожных

материалов и технологий, корректировке нормативных требований к их физико-химическим свойствам с целью повышения долговечности дорожных покрытий в современных условиях их эксплуатации. Одним из основных направлений является модификация битума различными полимерными добавками [2]. Поиск наиболее эффективных модификаторов, отработка оптимальных рецептов модифицированного битума, полимерно-битумных эмульсий, а также анализ целесообразности их использования по тому или иному назначению, начатый в 50-е гг. прошлого столетия, продолжается и по сей день. Главным ориентиром для принятия технических решений являются результаты постоянно обобщаемого практического опыта.

Экономически эффективными модификаторами свойств нефтяных битумов являются те, которые доступны и рентабельны в применении [2]. С технической точки зрения, для создания на основе битумов композиционных материалов с заданным комплексом свойств могут применяться только те модификаторы, которые: - не разрушаются при температуре приготовления асфальтобетонной смеси; - совместимы с битумом при проведении процесса смешения на обычном оборудовании при температурах, традиционных для приготовления асфальтобетонных смесей; - в летнее время повышают сопротивление битумов в составе дорожного покрытия к воздействию сдвиговых напряжений без увеличения их вязкости при температурах смешения и укладки, а также не придают битуму жесткости или ломкости при низких температурах в покрытии; - химически и физически стабильны, сохраняют присущие им свойства при хранении, переработке, а также в реальных условиях работы в составе дорожного покрытия [3].

К настоящему времени за рубежом накоплен значительный опыт по применению при строительстве и ремонте дорожных покрытий композиционных материалов на основе битума и ряда модификаторов, таких как сера, каучук (полибутадиеновый, натуральный, бутилкаучук, хлоропрен и др.), органо-марганцевые компаунды, термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол, этилен-винилацетат (EVA), термопластичные каучуки (полиуретан, олефиновые сополимеры), а также блоксополимеры стирол-бутадиен-стирола (СБС) [2].

Применение модифицированного битума позволяет существенно улучшить все основные свойства дорожного покрытия - повысить его однородность, прочность, морозостойкость, трещиностойкость, влагостойкость, стойкость к высоким температурам и т.д.

Большое значение на долговечность покрытия оказывает сцепление или адгезия дорожного битума к минеральному материалу (гравию, песку). Этот

показатель зависит от природы битума и минерального наполнителя, температуры и времени приготовления смеси.

Главной целью модифицирования является получение битумов или материалов на их основе, которые позволяют расширить интервал пластичности битумов; усилить адгезию к металлическим и минеральным материалам; увеличить устойчивость к старению; обеспечить коллоидную и механическую прочность; расширить рабочий интервал температур; обеспечить экологическую безопасность получения и применения модифицированных битумов и др.

Наиболее привлекательными считаются не синтетические, а смесевые термоэластопласты [4], представляющие собой, полимерные смеси термопластов с эластомерами, т. к. смесевые термоэластопласты обладают большим потенциалом модифицирования битумов, из-за возможности варьирования составами одним и тем же способом смешения термопластов с эластомерами, что позволяет регулировать свойства получаемых битумополимерных вяжущих. Замена в разнообразных асфальтобетонах обычного битума битумом с добавкой полимера повышает их долговечность; в аспекте обеспечения желаемого уровня качества битумов модифицированных полимерами (БМП) перспективным является непосредственное введение полимеров в битум; выбор компонентов БМП должен учитывать соотношение параметров его качества и стоимости. Необходимо отметить, что в пользу модифицирования говорит хорошая совместимость битумов с различными органическими веществами и полимерами, которые способны придать битуму специфические улучшенные свойства. Битум является устойчивой дисперсной системой. Регулировать свойства битумов возможно, изменяя его дисперсную структуру добавками. В результате подбора наилучшего соотношения битум - добавка можно достичь по необходимости улучшения одного или нескольких свойств готового битумного материала.

Полимерные составы, которые используются для модификации битумов, классифицируются по 3-м группам. Среди них выделяют пластомеры (термопласты), термоэластичные искусственные вещества и эластомеры.

Пластомеры. Материалы этой группы представлены линейными полимерами малой разветвлённости. В процессе нагрева он размягчается, а после охлаждения вновь затвердевает. Битум, в котором присутствуют добавки в виде термопластов, имеет повышенную жёсткость и вязкость (при условии эксплуатации в условиях нормальной температуры). При этом эластичность материала сохраняется на прежнем уровне.

Термоэластичные материалы. Компоненты модификатора под воздействием высоких температур размягчаются, а также легко деформируются

при нагреве. Искусственный термоэластичный материал впервые стал применяться в 1965 году. Среди этой группы веществ наиболее популярным считается стирол-бутадиен-стирол. Данный компонент является блокполимером, включающим в себя стирол и полибутадиен.

Эластомеры. Модифицирующий компонент складывается из удлинённых полимерных цепочек с разветвлениями. Он сохраняет эластичность в широком диапазоне температур, от минусовых до + 200 °С. Эластомеры делают битум более вязким, повышая его эластичность. Однако у битума с эластомерной модифицирующей добавкой есть и свои минусы. Он плохо хранится, а в процессе приготовления состав нужно перемешивать постоянно, чтобы искусственный материал не отделялся от самого битума.

Модификация битума эластомерами придаёт ему эластичности. Эластомеры чаще всего представлены полибутадиены, натуральным либо переработанным каучуком.

Производство модифицированного битума осуществляется путём подмешивания в обычный битум искусственных полимеров. Также материал может быть получен путём добавления в битум природных и синтетических смол, хлорида марганца, неорганических солей и природного асфальта.

Конечные свойства модифицированного битума зависят от технологии ввода полимерных добавок. Другие страны в процессе производства битума используют специальные технологии. Производственный процесс осуществляется на базе нефтеперегонных заводов или обогащающей установки и предусматривает регулярный лабораторный контроль качества продукта.

Битум с модификаторами полностью подготовлен к хранению, его можно перевозить и перерабатывать. На европейских предприятиях битумы модифицируют с применением полимера стирол-бутадиен-стирола. Такая добавка обеспечивает получение так называемого СБС-модифицированного битума. Консистенция вводимого полимера может быть разной (порошок, гранулированная смесь, твёрдое либо жидкое вещество). После внесения добавок битум нужно тщательно перемешать, чтобы материал получился однородным.

Выбор исходного полимера для модификации битума нужно проводить тщательно, чтобы готовая смесь впоследствии хранилась долго. Пригодные для длительного хранения битумные составы характеризуются однородностью. При нахождении в резервуаре асфальто-смесительной установки битумный состав не разделяется на фазы.

Модифицированные битумы современного производства может храниться без потери качеств достаточно долгое время. Продолжительность такого хранения может достигать 6 недель и более.

Модифицируемый битум изготавливают по 2-м технологиям:

- в мешалках с большим срезывающим усилием (коллоидальные мельницы);
- внесение полимеров в битум химическим путём, с использованием специальной мешалки, имеющей небольшое срезывающее усилие.

Стабилизировать полимерно-битумный состав, изготавливаемый при помощи коллоидной мельницы, помогает сера или серные соединения. Между серой и модифицирующими добавками происходят особые реакции, которые порождают новые химические соединения. В составе модифицированного битума эти вещества разделяются равномерно благодаря решётчатой структуре.

При использовании второй технологии осуществляется предварительная обработка полимера (например, стирол-бутадиен-стирола), что обеспечивает практически полное растворение компонента при перемешивании с битумом.

Использование коллоидальных мельниц для производства битума с модифицирующими добавками имеет существенный минус. После переработки в материале появляются полимеры с уменьшенным молекулярным весом (по сравнению с тем, что был у них изначально). Происходит это потому, что в процессе приготовления состава коллоидальные мельницы прилагают срезывающие усилия, которые меняют молекулярную структуру полимерной добавки. Мешалки, в которых срезывающее усилие меньше – позволяют изготавливать битум, характеризующийся более высокими параметрами размягчения и хорошей пластичностью готового модифицируемого битума.

Активное применение полимеров, которые плохо сочетаются с химической формулой самого битума (полиэтилен, каучук), требует использования особых установок на базе асфальтобетонных заводов. В дальнейшем это даёт возможность сразу использовать полученный состав для производства асфальтобетона, не дожидаясь разделения добавки на отдельные фазы.

Условия эксплуатации нефтяных битумов в дорожных покрытиях, а также многочисленные исследования [5] позволили сформулировать следующие требования к высокомолекулярным соединениям, предназначенным для модификации битумов:

- полимер должен быстро и полностью растворяться до молекулярного уровня в дисперсионной среде нефтяного битума;
- макромолекулы полимера должны обладать склонностью к ассоциации и при определенном содержании в битуме образовывать пространственную структурную сетку;

- полимер должен образовывать в битуме такую структурную сетку, которая была бы устойчива к деструкции при технологических воздействиях в процессе приготовления асфальтобетонных смесей и дальнейшей эксплуатации асфальтобетона в покрытии;

- способ модификации битума, определяемый индивидуальными особенностями конкретного класса полимера, должен отвечать всем критериям технико-экономической эффективности.

Асфальтобетон, в составе которого есть модифицированный битум, устойчивы к деформациям и характеризуются высокой степенью эластичности. Битумные материалы с модифицирующими добавками обеспечивают асфальтобетону более медленное старение. Так, исследовательская работа иностранных специалистов показала, что рабочие характеристики асфальтобетона на основе модифицируемого битума после 10 лет активной эксплуатации сохраняют практически такую же вязкость.

Таким образом, на текущий момент существует достаточно большое количество модифицирующих добавок для битума, позволяющих значительно повысить его технологические и эксплуатационные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование полимерных и битумных строительных материалов.- М., 175 с.
2. Гуреев А.А., Чернышева Е.А., Коновалова А.А., Кожевникова Ю.В. Производство нефтяных битумов М.2007,103с.
3. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов.М, Высшая школа,1967,118 с.
4. Kehr, H. Zum Haftverhalten von niedermolekular modifizierten Bitumen [Text] / H. Kehr // Bitumen. – 1998. – № 4. – S. 141–142. Хафизов, Э.Р. Асфальтобетон на битум-полимерных вяжущих. Спец. 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия» [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: защищена 10.09.2003 / Э.Р. Хафизов.– Казань: [б.и.], 2003. – 183 с.
5. Калгин, Ю.И. Научные основы получения и применения дорожных материалов с использованием модифицированных битумов. Спец. 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия» [Текст] : дис. ... докт. техн. наук: защищена 27.04.2007 / Ю.И. Калгин.– Саранск: [б.и.]. – 2007. – 454 с.