

УДК 661.7

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СМОЛЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

¹Меркулов В.В., ¹Ибатов М.К., ²Измаилова Г.Г., ¹Жаксыбаева Г.Ш., ¹Мантлер С.Н.

¹РГП «Карагандинский государственный индустриальный университет»,

Темиртау, e-mail: smart-61@mail.ru;

²АО «Казакстанский дорожный научно-исследовательский институт», департамент дорожных конструкций и материалов, Алматы, e-mail: izmailova_g@mail.ru

В работе приведены исследования по оценке возможности практического использования модифицированной каменноугольной смолы и создание на ее основе эффективных пропитывающих составов для поверхностной обработки автодорожных покрытий из асфальтобетона с целью их защиты от отрицательного воздействия климатических и эксплуатационных факторов. В результате исследований установлено, что «омолаживающие» составы на основе модифицированной коксохимической смолы местной сырьевой базы обладают хорошей влагостойкостью по сравнению с аналогами, способствуют замедлению процессов выкрашивания и шелушения верхнего слоя дорожного полотна, продлевая межремонтные сроки, эффективно заполняют микротрещины, снижая показатели водонасыщения асфальтобетона и обеспечивая его влагостойкость. Это подтверждают результаты испытаний пропитывающих составов на гидроизолирующие свойства, проведенные в лабораторных условиях АО «КаздорНИИ», в ходе которых установлено снижение водонасыщения экспериментальных асфальтобетонных образцов в 1,3 раза.

Ключевые слова: дорожные материалы, каменноугольная смола модифицированная, пропитывающие составы, защита асфальтобетонного покрытия, начальная стадия шелушения, выкрашивание, показатели по водонасыщению

AN APPLICATION OF THE MODIFIED COKE-CHEMICAL TAR TO PROCESSING OF ASPHALT ROAD PAVEMENTS

¹Merkulov V.V., ¹Ibatov M.K., ²Izmailova G.G., ¹Zhaksybaeva G.Sh., ¹Mantler S.N.

¹RSE «Karaganda state industrial university», Temirtau, e-mail: smart-61@mail.ru;

²JSC «Kazakhstan highway research institute», road constructions and materials department, Almaty, e-mail: izmailova_g@mail.ru

The article presents studies carried out to assess the possibility of practical use of the modified coal tar namely making on its basis effective impregnating compositions to protect asphalt road pavements from adverse effects of climatic and operational factors. The studies found that compositions based on modified coke-chemical tar from the local raw material base have a good moisture resistance compared to peers; they contribute to slowing down processes of spalling and peeling of the top layer of the roadway what allows to expand period between its repairs; they effectively fill microcracks what reduces values of water saturation of asphalt concrete and provides its moisture resistance. This is confirmed by test results waterproofing properties of these impregnating compositions that was carried out in laboratory of JSC «KazdorNII». It was found a decrease of water saturation of treated asphalt concrete samples in 1,3 times.

Keywords: road construction materials, modified coal tar, impregnating compositions, protection of asphalt concrete pavement, initial stage of spalling, peeling, water saturation indicators

Каменноугольная смола представляет собой сложную смесь ароматических, гетероциклических соединений и их производных, выкипающих в широких пределах температур. Состав каменноугольной смолы разных заводов однотипен, он мало зависит от состава угля, в большой степени от режима коксования. В каменноугольной смоле присутствует более 400 индивидуальных соединений, некоторые из них производятся в промышленном масштабе.

Коксохимическая смола, состоящая в основном из конденсированных ароматических углеводородов и других высокомолекулярных соединений, относится к трудноперерабатываемому сырью. В промышленности смолу подвергают обезвоживанию и дистилляции на отдельные фрак-

ции, затем методами щелочной и кислотной экстракции, кристаллизации и гидроочистки получают бензол, нафталин, фенолы, пиридиновые основания и другие химические продукты. При этом каждая стадия выделения данных химических продуктов сопровождается применением повторных дистилляций, большим расходом тепла и реагентов, потерей ценных продуктов, например, нафталина [5].

В ходе выполненной нами ранее экспериментальной работы была получена модифицированная коксохимическая смола, которая представляла собой твердый пластичный продукт, нетоксичный и практически не имеющий специфического запаха фенола. Низкое содержание в нем серы и воды позволяет использовать подготовленную

модифицированную смолу во многих процессах органического синтеза [3]. Такой продукт можно легко транспортировать до потребителя, что резко повышает его экспортные возможности при использовании.

Для модификации в смесь каменноугольной смолы с водой и катализатором вводили формальдегид для связывания фенола (в количестве 10–25 % мас. от его общего содержания) и донор водорода (в количестве 1–4 мас. % от количества каменноугольной смолы), проводили гидрогенизацию/термоокисление подготовленной смеси при температуре 100–150 °С и давлении воздуха 2,5–7 МПа и отделяли жидкую фракцию дистилляцией (при необходимости).

Введение формальдегида приводит к образованию фенол-формальдегидных смол, что повышает качественные показатели модифицированной смолы. Техническим результатом является снижение температуры процесса, стабилизация образуемых высокомолекулярных соединений, повышение эффективности переработки коксохимической смолы в высококачественную малотоксичную (4 класс опасности) модифицированную коксохимическую смолу, исключение образования органических малореакционных продуктов и разрушение комплексов с нехимическими связями, что расширяет область применения полученной смолы.

Продуктом данной переработки является коксохимическая смола модифицированная (КСМ), получаемая из отходов КХП путем дегидратации и окислительным обессериванием с параллельным удалением ароматических углеводородов [3]. Исследования отходов подтвердили возможность получения КСМ со следующими техническими характеристиками: полимеры и коксовое число не менее 68,5 %, низкое содержание серы 0,6 % и др.

Цель дальнейшей работы состояла в оценке возможности практического использования модифицированной коксохимической смолы

и заключалась в разработке эффективных пропиточных составов для дорожного строительства, содержащих минимальное количество фенолов, на основе местной сырьевой базы – смолосодержащих отходов коксохимического производства АО «АрселорМиттал Темиртау». Одновременно с получением товарного продукта это позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду региона.

Среди капитальных дорожных покрытий преобладающим типом являются асфальтобетонные покрытия [1]. Они представляют собой многослойную конструкцию, в которой верхние слои должны защищать нижележащие конструктивные слои дорожных одежд от доступа атмосферной влаги, что является непременным условием долговечности автомобильных дорог.

В настоящее время на рынке строительства дорог в Казахстане предлагаются различные пропитывающие или, так называемые, «омолаживающие» составы. Они предназначены для профилактической защиты и восстановления первоначальных свойств асфальтобетонного и цементобетонного покрытия на начальной стадии шелушения и выкрашивания при неудовлетворительных показателях по водонасыщению, а также на участках дорог с дефектами в виде «мокрых» пятен, волосных трещин, мелких выбоин, имеющих явные признаки шелушения или выкрашивания.

«Омолаживающие» составы проникают в структуру асфальтобетона, восстанавливают эластичность и повышают упругость асфальтобетонного покрытия, продлевая межремонтные сроки на 2–3 года. По своей природе они представляют собой текучие микробитумополимерные или другие композиции, содержащие ароматические соединения. Омолаживающие составы должны обладать небольшой летучестью, быть хорошо совместимыми с битумом и достаточно стабильными во времени.

Таблица 1

Физико-химические характеристики модифицированной каменноугольной смолы

Наименование показателя	Значения показателя
Плотность при 20 °С, кг/м ³	975–1140
Содержание полимеров и коксового масла, %	68,52
Коксовое число, %	16,2
Нерастворимые в толуоле, %	12,90
Нафталин, %	0,58
Влажность, %	1
Зольность, %	0,8
Сера, %	0,6
Энергетическая ценность, кДж/кг	31 507–31 580
Температура плавления, °С	67
Физические свойства при 24 °С	твердое пластичное вещество
Внешний вид	продукт черного цвета, маслянистый на ощупь, без запаха

Для целей восстановления и защиты дорожных покрытий обычно используются нефтехимические и коксохимические продукты: экстракт селективной очистки масляных фракций нефти, креозотовое и антраценовое масла, деготь марок Д-1 и Д-2, битумсодержащие композиции [4]. За рубежом наибольшее распространение получили омолаживающие составы в виде катионных эмульсий, которые не нашли широкого применения в Казахстане из-за климатических условий.

Для обеспечения возможности применения модифицированной каменноугольной смолы, физико-химические характеристики которой представлены в табл. 1, в качестве пропитывающего состава необходимо разжижить её до текучего состояния.

Для этого смола разогревалась, и в нее в теплом состоянии вводился растворитель (каменноугольный сольвент) до достижения текучего состояния получаемого продукта.

Методической основой проводимых лабораторных исследований стал сопоставительный анализ результатов лабораторных испытаний образцов асфальтобетона необработанных (контрольных) и обработанных разжиженной модифицированной каменноугольной смолой (экспериментальных).

Подготовка к проведению испытания

Для проведения испытания готовили образцы асфальтобетона, у которых определяли плотность и водонасыщение. Полученные результаты использовались для сравнительной оценки с образцами после обработки их пропиточным составом.

Подготовка образцов

Образцы, выдержанные при температуре + 20 °С (± 2 °С) в течение суток, испытывают на плотность и водонасыщение по методикам, рекомендованным ГОСТ 12801-84. Затем эти же образцы высушивают до их первоначальной массы. После высыхания, каждый образец обвязывают ниткой, и погружают на 5–10 секунд в разогретый пропиточный состав,

затем его достают и дают возможность излишкам жидкости стечь. Обработанные образцы оставляют на воздухе при температуре + 20 °С (± 2 °С) не менее 30 минут и снова испытывают их на плотность и водонасыщение.

Обработка результатов

Плотность асфальтобетонных образцов вычисляется по формуле

$$\rho_{\text{обр}} = \frac{g_0}{g_1 - g_2} \cdot \rho_{\text{в}},$$

где g_0 – первоначальная масса образца, взвешенного на воздухе, г;

g_1 – масса образца, взвешенного на воздухе, после выдерживания в воде в течение 30 минут, г;

g_2 – масса образца, взвешенного в воде, г;

$\rho_{\text{в}}$ – истинная плотность воды, равная 1000 кг/м³.

Водонасыщение асфальтобетонных образцов определяют по формуле

$$W = \frac{g_3 - g_0}{g_1 - g_2} \cdot 100,$$

где g_0 – масса сухого (не насыщенного водой) образца, взвешенного на воздухе, г;

g_1 – масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и взвешенного на воздухе, г;

g_2 – масса того же образца, взвешенного в воде, г;

g_3 – масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, г.

Коэффициент эффективности пропитки асфальтобетонных покрытий вычисляется по формуле

$$K_{\text{эф}} = W_1 / W_2,$$

где W_1 – водонасыщение образцов до обработки пропиточным составом;

W_2 – водонасыщение образцов после проведения работ.

Данный коэффициент определяют как среднее арифметическое значение трех результатов испытаний. Он должен иметь значение не менее 1,2.



а



б



в

Изготовление и обработка асфальтобетонных образцов: а – форма для изготовления образцов; б – контрольный образец; в – обработанный образец

Таблица 2

Качественные характеристики пропиточного состава

Наименование показателя	Норма
1. Внешний вид	Жидкость от коричневого до черного цвета
2. Условная вязкость, с	27–49
3. Удельный вес, г/см ³	от 1,04 до 1,08
4. Содержание воды, %	не более 2,0
5. Однородность	отсутствие комков и посторонних включений
6. Температура вспышки, °С	не менее 72
7. Время отвердения, ч	не более 3

Таблица 3

Результаты определения плотности и водонасыщение образцов

№ п/п	Наименование	Плотность, г/см ³	Водонасыщение, %
1	Контрольные образцы из асфальтобетона типа Б, не обработанные пропиточным составом ПС-1	2,32	5,5
2	Экспериментальные образцы из асфальтобетона типа Б, обработанные пропитывающим составом ПС-1	2,31	4,0

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения эффективности применения исследуемого пропиточного состава были изготовлены образцы – балочки из асфальтобетона типа Б (рисунок).

Для них были определены плотность и водонасыщение. После этого образцы со всех сторон обработали приготовленным пропиточным составом на основе модифицированной каменноугольной смолы, физико-химические характеристики которого приведены в табл. 2. Затем вновь определены те же показатели в соответствии с приведенной выше методикой. Результаты испытаний, определенные как среднее арифметическое значение нескольких опытов, приведены в табл. 3.

Выводы

Из анализа результатов испытаний следует, что при обработке образцов асфальтобетона предлагаемым пропиточным составом на основе модифицированной каменноугольной смолы коксохимического производства значение показателя водонасыщения экспериментальных образцов снизилось в 1,3 раза. Это свидетельствует об обеспечении гидроизоляции их поверхности, за счет чего и повышается устойчивость дорожных покрытий к выкрашиванию и шелушению. Таким образом, предлагаемый состав создаст профилактический слой, который в плохую погоду будет предохранять основные конструктивные слои

дорожных покрытий от преждевременного разрушения.

Следует также отметить, что при обработке поверхности дорожных покрытий данным составом необходимо обеспечить безопасность проезда после высыхания (покрытие не должно быть скользким) [2]. С этой целью в пропиточный состав на стадии приготовления можно добавлять микрокальцит, который обеспечит шероховатость поверхности после высыхания и повысит коэффициент сцепления колеса с покрытием.

Список литературы

1. Арутюнов В., Кирюхин Г., Юмашев В. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России // Дороги России XXI века. – 2002. – № 3. – С. 58–61.
2. Истомин В.С. Практическое руководство по текущему ремонту асфальтобетонных покрытий городской дорожной сети / Истомин В.С. – М.: Прима-Пресс, 2001. – 146 с.
3. Меркулов В.В. Способ получения модифицированной коксохимической смолы. // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета. – 2015. – № 3(10). – С. 56–60.
4. Патент 2516605 Российская федерация, МПК E01C 7/35, C08L 95/00. Способ обработки асфальтобетонных дорожных покрытий [Текст]. Санду Р.А., Глушко А.Н., Булатицкий К.К., Жданович О.А., Поздняева Л.В.; заявитель и патентообладатель Министерство образования и науки РФ ФГУП «Государственного ордена трудового красного знамени НИИ химических реактивов и особо чистых веществ». – N 201253391/03; заявл. 11.12.12; опубл. 20.05.14, Бюл. № 14. – 11 с.
5. Справочник коксохимика. Том 3. Улавливание и переработка химических продуктов коксования. Под общ. ред. Е.Т. Ковалева – Харьков: Издательский дом «ИНЖЕК», 2009. – 432 с.