

ВЫСОКОМОДИФИЦИРОВАННЫЙ БИТУМ – ИСПЫТАНИЕ ЖИЗНЬЮ

В журнале «Дорожная Держава» (№ 62) рассматривались достоинства и экономическая целесообразность применения высокомодифицированного битума (HiMA) для строительства так называемых «вечных» покрытий. В настоящей публикации показаны тенденции новых испытаний покрытий на основе высокомодифицированного битума и перечислены основные применения, в которых были реализованы проекты с начала использования технологии в коммерческих целях (с 2009 года).

Коротко напомним суть концепции HiMA. Улучшение свойств СБС-модифицированного битума обусловливается образованием пространственной эластичной сетки полимера. По мере увеличения содержания полимера в битуме (от 3 до 7,5% вес.) происходит эволюция конечного продукта от модифицированного эластомером битума к наполненному битумом синтетическому каучуку. Характеристики вяжущего HiMA существенно выше показателей регулярного ПБВ. Они обеспечивают уникально высокую устойчивость дорожного покрытия к низкотемпературному и усталостному растрескиванию и к регулярным сдвиговым нагрузкам.

Полевые испытания на полигоне NCAT и на автомагистрали Миннесоты

В 2009–2015 годах в течение двух исследовательских циклов на полигоне Национального центра асфальтовых технологий (NCAT) в Опелайке, штат Алабама, проводились полевые испытания покрытия на основе высокомодифицированного битума. В течение одного цикла испытаний создается такая же нагрузка, как за 10 лет эксплуатации покрытия в реальной жизни в режиме интенсивного движения тяжелых грузовиков. Глубина колеи покрытия опытного сектора HiMA после окончания двух циклов испытаний была втрое меньше (2,2 мм), чем на контрольном. Наблюдалось несколько волосяных трещин, локализованных в слое износа. Подробная информация о дизайне

покрытия и о результатах испытаний представлена в соответствующей статье в № 62 журнала «ДД».

В следующем цикле испытаний (2015–2017 годы) вяжущее HiMA использовалось для строительства нижнего и среднего слоев семи секторов так называемой «группы растрескивания», структура основания

и дизайн структурных слоев покрытия которых были одинаковы, а слой износа были изготовлены с применением асфальтовой крошки (RAP) и измельченных битумных кровельных материалов (RAS). Краткие описания вяжущих верхних слоев покрытий представлены в табл. 1.

Основной целью изучения являлась разработка PG спецификации для покрытий, в которых применяются повторно перерабатываемые битумные материалы. Финансирование проекта осуществлялось со стороны дорожных агентств девяти штатов и Федерального управления автомобильных дорог. Вяжущее для структурных слоев исследуемых секторов

Сектор NCAT	Особенность вяжущего	Состояние покрытий после 6,5 млн ESALs*. Актуальность – май 2017			
		IRI ¹	MTD ²	Rut ³	Crack ⁴
N1	Контрольный: PG67-22, 20% RAP (соотношение по вяжущему 0,20), содержание вяжущего 5,5% вес.	1	0,7	1,5	<0,5
N2	Контрольный, 96% уплотнение	0,8	0,7	2	0
N5	Контрольный, меньшее (на 0,5%) содержание вяжущего, низкая плотность	1	0,8	1	0
N8	Контрольный + 5% RAS	0,8	0,8	0,5	0
S5	PG58-28, 35% RAP	0,7	0,7	1,5	0
S6	PG76-28E, контрольный на основе HiMA	0,9	0,8	1	0
S13	Стандарт штата Аризона: ARB20 (20% резиновой крошки), 15% RAP	1	0,7	0,4	0
Сектор магистрали US-169		Особенность вяжущего			
23		HiMA (PG64E-34), 15% RAP			

Табл. 1. Описание вяжущих слоев износа секторов «группы растрескивания» трека NCAT в 2015-2018 цикле испытаний и опытного участка дороги US-169.

1 - International Roughness Index - индекс ровности покрытия [м/км];

2 - Macrotexture Depth - вертикальная составляющая неровности макротекстуры покрытия, [мм];

3 - Laser Rut - определенная лазерным профилометром глубина колеи [мм];

4 - Cracking - уровень растрескивания покрытия, [% полос]

* ESAL - Equivalent Single Axle Load - эквивалент нагрузки, создаваемой одинарной осью стандартного грузовика.

определялось заказчиком. К середине 2017 года транспортная нагрузка составила около 6,5 млн ESALs, образования трещин в покрытиях изучаемой группы секторов не наблюдалось.

После нескольких лет сотрудничества NCAT и NARA (Национальная ассоциация производителей асфальтовых покрытий) решили перенести свои опыт и знания на холодную часть США с целью изучения поведения покрытий близких составов в условиях жаркого и холодного климатов. Зимой температура в центральной части Миннесоты (широта Элисты) может на несколько дней опуститься до -35°C , после чего наступить оттепель. Как и в России, в Миннесоте зимой для очистки дорожного покрытия применяют снегоуборочную технику с металлическими скребками и солевые антигололедные реагенты. Целью исследования была количественная оценка преимуществ продления жизни асфальтового покрытия с помощью разных по составу смесей в условиях холодного климата. Для испытания была выбрана магистраль US-169 с суточным трафиком около 25 тыс. грузовиков (около 1,3 млн ESALs за год). В сентябре 2016 года были уложены верхние слои перекрытия, включая слой с HiMA, составы которых отражали составы верхних слоев секторов «группы растрескивания» полигона NCAT в Опелайке. Толщина слоев перекрытия составила 1,9–2,5 см. Применялся укладчик Spray Paver SP-200e, горячая смесь укладывалась сразу же после распыления подгрунтовки.

КОММЕРЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Повышение износостойкости покрытия. Анкоридж, штат Аляска, США

В США вяжущее HiMA в промышленных масштабах производят около 20 компаний. В 2015 году высокомодифицированный битум использовался для производства асфальтобетона для новых дорожных покрытий въезда в цен-



Рис. 1. Сравнение состояния лабораторных образцов, имитирующих керны покрытий, изготовленных с применением коммерческих вяжущих: высокомодифицированного битума (HiMA) и регулярного ПБВ*

* - Фотографии любезно предоставлены компаниями Kraton Polymers и Ditecpesa

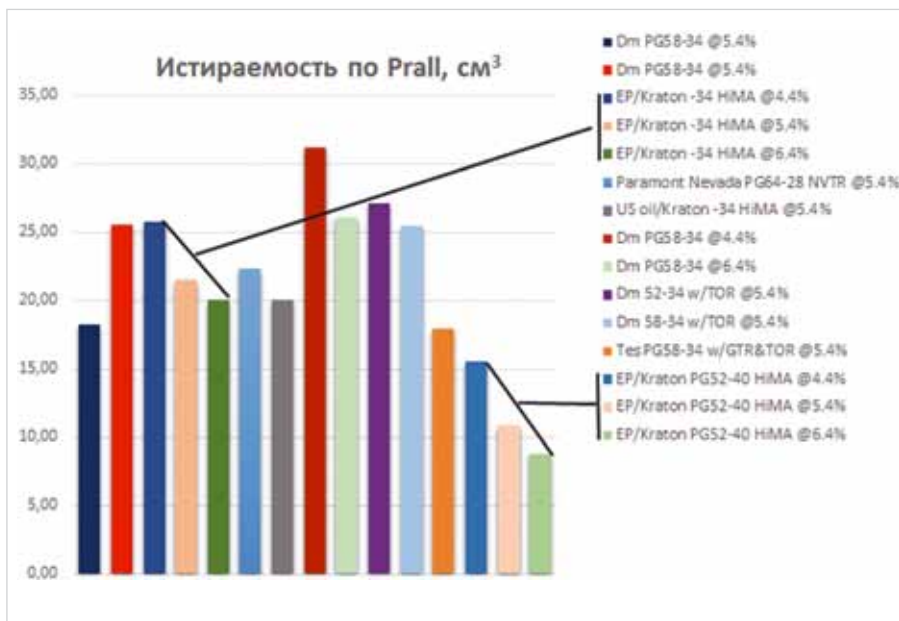


Рис. 2. Сравнение устойчивости к истиранию покрытий на основе вяжущих разных классов PG с разным содержанием вяжущих в смеси

тральную часть города от железнодорожного вокзала и двух основных улиц Анкориджа. Столица Аляски расположена севернее российского Санкт-Петербурга. Почва в основном представлена песчано-гравийными грунтами средней и высокой плотности с содержанием ила от 5 до 42%. Летом температура воздуха поднимается до 30°C , зимой морозы достигают -39°C . Центральная часть Анкориджа насыщена подземной инфраструктурой, поэтому

при уплотнении нового покрытия администрация города запретила использовать вибрационные катки. Среднесуточный трафик центральной части города составляет 10–15 тыс. машин, поэтому для нового покрытия использовалась асфальтовая смесь типа VH (Very High), изготовленная на основе высокомодифицированного битума класса PG64-40 и твердого щебня. Уплотнение проводилось при температурах $155-170^{\circ}\text{C}$.



Рис. 3. Старое покрытие зоны ПРР порта Нейпиэр после трех лет эксплуатации



Рис. 4. Состояние покрытия HiMA зоны ПРР через 3 месяца эксплуатации.

Для определения устойчивости асфальтового покрытия к воздействию шипованной резины используется метод Prall. Полученный в лабораторных условиях цилиндрический образец асфальтобетона помещают в обойму вместе с металлическими шарами и встряхивают. В зависимости от количества материала, потерянного в ходе тестирования, определяют устойчивость материала к истиранию. Если образец в испытании потерял от 20 до 29 см³ материала, то считается, что он обладает хорошей

износостойкостью, а если менее 20 см³ – то очень хорошей.

В ходе лабораторных испытаний было установлено, что покрытие на основе высокомодифицированного битума почти в 2,5 раза более устойчиво к абразивному износу (рис. 2). Кроме того, вяжущее HiMA (класс PG64-40) лучше удерживается в составе смеси (более высокая когезионная прочность вяжущего с похожей адгезией к каменному материалу) по сравнению с регулярным ПБВ (класс PG58-34).

Сравнительное тестирование образцов кернов, полученных из покрытий различных коммерческих проектов, показало, что покрытие на основе вяжущего с лучшим низкотемпературным показателем и с более высоким содержанием вяжущего обладает самой высокой износостойкостью. На приведенной на рис. 3 гистограмме это покрытие на основе вяжущего класса PG52-40 с 6,4% вес. вяжущего.

Отличная устойчивость к экстремальной сдвиговой нагрузке. Контейнерный терминал порта Нейпиэр, Новая Зеландия

При перемещении загруженных контейнеров нагрузки на ось погрузчика достигают 110 т. В сентябре 2010 года асфальтовое покрытие зоны погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) контейнерного терминала порта Нейпиэр было реконструировано по причине сильной деформации (глубина колеи достигала 85 мм). Основным требованием заказчика была долговечность нового покрытия. На бетонное основание было уложено двухслойное асфальтовое покрытие. Вяжущее для нижнего слоя представляло собой битум 40/50, модифицированный 7,5% Kraton D0243. Класс вяжущего соответствовал марке PG88-22 по AASHTO M320 или PG70-22 по AASHTO M332. Толщина структурного слоя составляла 100мм, содержание вяжущего – 4,3% вес. Верхний слой покрытия толщиной 50 мм изготавливался на основе регулярного ПБВ (битум 80/100, 5% вес. СБС).

Состояние покрытия весной 2013 года показано на рис. 5.

Специально к написанию настоящей статьи Kraton Polymers, производитель полимера, запросил у подрядчика проекта информацию о текущем состоянии покрытия. Последний раз мониторинг состояния покрытия проводился осенью 2016 года. Спустя шесть лет эксплуатации состояние покрытия HiMA зоны ПРР порта (области с наибольшей нагрузкой) было очень хорошим: какая-либо заметная деформация покрытия отсутствовала. За период 2013–2016 годов грузооборот порта



Рис. 5. Состояние покрытия HiMA через 2,5 года эксплуатации

Нейпиэр составил около 60000 TEU (1 TEU = 20-футовый контейнер).

Улучшение сцепления колеса с покрытием. Гоночные треки в США и Испании

В 2014 году американской компанией Scotty's Contracting & Stone LLC при технической поддержке Advanced Materials Services LLC в Боулинг Грин, штат Кентукки был реализован проект по реконструкции гоночной трассы NCM (National Corvette Museum) для авто- и мотоспорта. Для производства двух верхних слоев (по 3,8 см каждый) покрытия трека использовалась смесь на основе высококомодифицированного битума класса PG88-22 с добавлением Evotherm для повышения технологичности смеси и улучшения адгезии вяжущего к каменному материалу.

Применение вяжущего HiMA позволило существенно снизить веро-

ятность выброса щебня или частей раскрошившегося покрытия из-под машины и изготовить покрытие, устойчивое к высоким сдвиговым нагрузкам. Сохранение макротекстуры покрытия (высокий процент удерживания щебня вяжущим) в ходе эксплуатации являлось одним из требований заказчика, так как трасса NCM Motorsports park открыта для соревнований и тестирования болидов в любую погоду и связанные с аквапланированием риски должны быть минимальными.

В конце 2015 года испанская компания Ditecspesa, филиал Ferrovial, занимающаяся разработкой, производством и сбытом битумных материалов, запустила коммерческое производство высококомодифицированного битума. Производитель отмечает, что новое вяжущее повышает сцепление колеса автомобиля или мотоцикла с дорожным покры-



Рис. 6. Строительство гоночного трека DR7, Таранкон, провинция Куэнка, Испания

тием и настоятельно рекомендует его к применению на трассах с резкими поворотами для предотвращения заноса транспортного средства. Тестирование вяжущего HiMA проводилось на гоночном треке DR7, расположенном рядом с г. Таранкон, провинция Куэнка. При подборе рецептуры вяжущего необходимо было соблюсти баланс свойств покрытия: хорошее сцепление позволяет избежать скольжения болидов и мотоциклов в ходе гонки, а чрезмерное трение замедляет их.

Применение в верхних слоях. Польша.

В 2011–2013 годах одним из крупнейших польских производителей битума, компанией ORLEN Asphalt были проведены лабораторные испытания вяжущего HiMA и асфальтовых смесей на его основе. Результаты испытаний были воспроизведены в независимых лабораториях. По результатам испытаний для коммерческого производства было отобрано три марки высококомодифицированного битума. В промышленных масштабах вяжущее HiMA производится с 2013 года, сейчас его выпускают ORLEN Asphalt, LOTOS Asphalt, Total Polska и Eurovia Polska. Текущий годовой объем потребления высококомодифицированного битума составляет около 7 тыс. тонн.

Основными областями применения высококомодифицированного битума в Польше являются слои износа и средние слои на основе ЩМА или стандартных асфальтовых смесей. В большинстве случаев заказчик не захотел воспользоваться возможностью снизить толщину покрытия, а был более заинтересован в повышении долговечности покрытия. За четыре года в Польше реализовано более ста проектов в разных воеводствах, большей частью в Малопольском (Краков), Силезском (Катовице), Мазовецком (Варшава), Поморском (Гданьск) и Варминско-Мазурском (Ольштын).

Наиболее крупными проектами являются аэропорт Катовице (покрытие ВПП было дополнительно укреплено снижающей напряжение межслойной мембраной – SAMI) и 10-километровый участок автомагистрали А4 под



Рис. 7. Состояние старого покрытия участка дороги DW793 Бедуж – Мышкув перед укладкой 4 см слоя износа NiMA. Август 2014 г.



Рис. 8. Состояние покрытия участка дороги DW789 в г. Калеты. Октябрь 2013 г.



Рис. 9. Состояние верхнего слоя NiMA. Май 2017 г.

Краковом, в котором инновационный материал применялся в верхнем ЩМА слое покрытия.

Одним из первых проектов для вяжущего NiMA был участок дороги DW793 между городами Мышкув и Бедуж (Силезское воеводство). На опытном участке был уложен слой износа толщиной 4 см. Для производства асфальтовой смеси применялось вяжущее NiMA класса 45/80-80. Спустя три года эксплуатации покрытие находится в хорошем состоянии, следы разрушений отсутствуют.

Изначально покрытие планировалось уложить в октябре 2013 года. Вследствие затяжных дождей было принято решение уложить покрытие на этом участке в следующем году, а чтобы не терять время и не пропускать зиму, уложить смесь тонким слоем на дороге с меньшей транспортной нагрузкой в городке Калеты, расположенном по соседству. Предполагалось показать, что такое тонкое покрытие не выдержит зимы и переходов через ноль и к весне потрескается. Подряд был отдан местной рядовой дорожно-строительной организации. Общее состояние старого дорожного покрытия и качество работ по его подгрунтовке показано на рис. 8.

Поверх старого покрытия были уложены слои NiMA толщиной 2 и 4 см. Минусовые температуры держатся в г. Калеты с конца ноября по вторую половину февраля. Характерные значения температур зимой $-2...-5^{\circ}\text{C}$, достаточно часты оттепели. За четыре зимы эксплуатации нового покрытия температура дважды на длительный период (7–10 дней) опускалась ниже $-10...-13^{\circ}\text{C}$. Вопреки ожиданиям, даже верхние слои NiMA толщиной 2 см пережили не одну, а уже четыре зимы. Состояние покрытия в мае 2017 года представлено на рис. 9.

Долговечность более тонкого покрытия в климате с умеренным летом и с частыми переходами через ноль зимой. Ульрисехамн, Швеция

Традиционно объем потребления модифицированного битума дорожной отраслью в Швеции не превышает 6–7%. Это объясняется

относительно умеренными климатическими условиями страны, преобладанием скальных грунтов и применяемыми мягкими битумами. Тем не менее, предложение испытать высокомодифицированный битум заинтересовало Шведскую дорожную администрацию. В 2016 году компанией Reab, одним из крупнейших игроков на скандинавском рынке дорожного и гражданского строительства, на магистрали 40 неподалеку от Ульрисехамн (около ста километров восточнее Гетеборга, географическая широта Твери) было построено несколько опытных участков, при устройстве покрытий которых применялись новые материалы, включая вяжущее HiMA.

Целью проекта является изучение влияния современных модифицированных вяжущих на прочность покрытий меньшей толщины альтернативных конструкций по сравнению с традиционными и определения применимости использования современных материалов для строительства более эффективных и надежных дорожных покрытий.

Уложенное покрытие HiMA состоит из трех слоев, каждый из которых произведен с применением высокомодифицированного битума (7,5% Kraton D0243, марка 25/55-80) с содержанием вяжущего 6,6, 5,3 и 5,2% вес. в верхнем и структурных слоях соответственно. Толщина верхнего слоя составляет 4 см, структурных слоев – по 5 см каждый. Для производства асфальтовых смесей всех трех слоев использовалось вяжущее класса 25/55-80 по европейской классификации. Состояние покрытий опытных участков будет отслеживаться до окончания испытания, которое завершится после достижения транспортной нагрузки величины 14 млн ESALs.

Верхний слой перекрытия цементобетонного покрытия.

Сидней, Австралия

Магистраль Пеннант Хиллс является основным транспортным коридором из Сиднея на север Австралии. Дорога подвергается очень высокой нагрузке от движения гру-

зового транспорта. Структура представляет собой 10-сантиметровый слой асфальтовой смеси, уложенный на цементобетонные плиты, смонтированные более 40 лет назад. В последние годы под влиянием экстремальной транспортной нагрузки цементобетонные плиты начали интенсивно разрушаться.

Масштабное растрескивание асфальтового покрытия наблюдалось в областях сочленения цементобетонных плит (в основном преобладали поперечные трещины), в некоторых местах образовалась колея с перепадом толщины асфальтового слоя от 5 до 18 см. На данном объекте было решено сравнить покрытия на основе стандартного ПБВ (битум С170, 5% СБС полимера, 5% пластифицирующего масла) и высокомодифицированного битума (более твердый битум AR450 и 7,5% СБС полимера Kraton D0243 без добавления пластификатора).

Асфальтовая смесь HiMA выпускалась при температурах 165–170°C. Старое асфальтовое покрытие было отфрезеровано на глубину 5 и 10 см, и на его место была уложена смесь HiMA. Стандартная смесь была уложена на участок, отфрезерованный на глубину 5 см. Обслуживающий персонал не увидел большой разницы между асфальтами при укладке и уплотнении смесей. Пористость покрытия составила от 3 до 6%. Работы по замене покрытий были завершены в 2013 году. Предполагается, что в течение нескольких лет из-за разрушающегося цементобетонного основания на асфальтовых покрытиях изучаемых участков проявятся дефекты. На дату публикации статьи состояние покрытия всех участков было хорошим. Заказчик работ ожидает, что применение вяжущего HiMA позволит удлинить межремонтные сроки, которые для покрытий на стандартном ПБВ составляют 5 лет.

Применение в промежуточном снижающем напряжении асфальтовом слое. Куритиба, Бразилия

Для борьбы с отраженным растрескиванием применяют разные

подходы: усиление верхнего слоя перекрытия, применение абсорбирующего напряжение промежуточного слоя, дополнительное укрепление растрескавшегося покрытия перед его перекрытием. Усиление верхнего слоя, как правило, заключается в увеличении его толщины. Такое решение снижает скорость продвижения отраженной трещины, но с экономической точки зрения является невыгодным. Высокая устойчивость к растрескиванию снижающих напряжение промежуточных слоев обусловлена их прочностью, гибкостью, повышенным содержанием битумного вяжущего и возможным присутствием геомембраны.

В продолжение проекта по применению вяжущего HiMA в верхних слоях покрытия при реабилитации 60 км участка автомагистрали PR-092*, основной транспортной артерии бразильского штата Парана, департамент транспорта штата принял решение применить промежуточный слой HiMA на опытном участке при реабилитации автострады BR-116, соединяющей города Сан-Паулу и Куритиба. Дорога была построена в 1950-х годах и за время эксплуатации несколько раз реконструировалась. За сутки по трассе проезжают чуть менее 10 тыс. грузовиков, средняя скорость движения которых составляет около 50 км/час. Предложенное решение представляет собой 2,5 см промежуточный слой из горячей смеси на основе высокомодифицированного битума и применение щебня с номинальным максимальным размером зерен 4,75 мм, поверх которого укладывается 5 см слой стандартной горячей смеси на основе регулярного ПБВ**. Состояние покрытия сравнивалось с соседними участками, на которых были уложены 7,5 см (стандартное решение) и 10,5 см (более дорогое, чем HiMA решение) слои из стандартной горячей смеси на основе регулярного ПБВ**. Новые покрытия укладывались на старое полотно, отфрезерованное на соответствующую глубину. Общая толщина

* На момент публикации статьи реконструированная дорога эксплуатируется семь лет, ежедневно по дороге проезжают около 6 тыс. грузовиков. После реабилитации транспортная нагрузка составила более 35 млн ESALs, признаки разрушения покрытия отсутствуют.

** Содержание СБС полимера – 4,2% вес, номинальный максимальный размер зерен щебня – 19 мм.



Рис. 10. Укладка верхнего слоя НiМА покрытия нового терминала аэропорта



Рис. 11. Общий вид строящегося нового терминала

реабилитированных асфальтовых покрытий в всех случаях составляла 15 см.

Проект был реализован в декабре 2012 года. Через 29 месяцев эксплуатации глубина колеи на всех участках была практически одинаковой (5 мм на участке с НiМА, 6 мм на участках сравнения). Области растрескивания на участках со стандартным (ПБВ, 4,2% СБС, толщина слоя 7,5 см) и усиленным (толщина слоя 10,5 см) решениями составила 48,1% и 18,7%, тогда как на участке с промежуточным слоем НiМА область растрескивания составила 12,2%.

В настоящее время в соседней Аргентине на автомагистрали Route 9, соединяющей Буэнос-Айрес и Росарио и являющейся одним из основных транспортных коридо-

ров страны, реализуется проект по обустройству НiМА покрытия на участке более чем 200 км. В 2014–2016 годах на этой же дороге покрытие НiМА успешно прошло полевые испытания, и теперь вся магистраль будет реконструирована с применением высокомодифицированного битума.

Применение в покрытиях, задействованных гражданской авиацией. Международный аэропорт Виракопос, Кампинас, Бразилия

Одним из проектов по применению высокомодифицированного битума для гражданской авиации является обустройство покрытия нового терминала международного аэропорта Виракопос в городе Кампинас, штат Сан-Паулу, Бразилия. Проект был реализован в марте 2014 года. Ожидаемая проходная способность тер-

минала составляет 14 млн человек, что сопоставимо с пассажиропотоком аэропорта Пулково, Санкт-Петербург.

Покрытие НiМА нового терминала аэропорта составляет около 350 тыс. кв. м и включает рулежные дорожки, перроны на 28 воздушных судов, места стоянок для хранения и технического обслуживания 35 самолетов, специальные площадки. Структура покрытия представляет собой искусственное двухслойное (2×15 см) щебеночное основание, верхний слой которого обработан цементом. Асфальтовое покрытие состоит из двух слоев по 5 см. Для нижнего слоя применялась плотная смесь на основе немодифицированного битума пенетрационной марки 50/70, для верхнего – плотная смесь на основе вяжущего НiМА.

Применение инновационной технологии высокомодифицированного битума было одобрено владельцем аэропорта. Цена асфальтовой смеси НiМА на 30% выше традиционной, но ее достоинства компенсируют стоимость. Основными преимуществами покрытия НiМА являются большая устойчивость к постоянной деформации, к усталостному и низкотемпературному растрескиванию, возможность устройства и эксплуатации более тонких и более долговечных покрытий, что особенно актуально в свете агрессивных планов по расширению аэропорта Виракопос на ближайшие годы.

Реализуемая на практике уже восемь лет концепция высокомодифицированного битума показала достоинства и преимущества нового вяжущего. Производитель полимера и создатель инновационной концепции НiМА, компания Kraton Polymers, оценивает предлагаемую технологию как даже более революционную, чем принцип модифицирования битума СБС-полимером, который она же разработала и внедрила для дорожного строительства более 50 лет назад.

П.А. Дорожко,
канд. хим. наук,
ООО «Тэлко»

ВЫСОКОМОДИФИЦИРОВАННЫЙ БИТУМ

Инновационный подход в модификации битума повышает безопасность и долговечность дорог

Удешевление строительства и снижение стоимости жизненного цикла, долговечность покрытия и уменьшение воздействия на окружающую среду – основные проблемы дорожной индустрии. Kraton разработал решение для повышения срока службы дорог, снижения затрат и используемых природных ресурсов при строительстве или реабилитации покрытий.

Наша технология NiMA наделяет асфальтовые покрытия следующими достоинствами:

- уменьшение толщины покрытия на 30 – 50% экономит инвестиции на стадии строительства
- отличная устойчивость к сдвиговым и разрушающим нагрузкам повышает долговечность
- большой срок службы и увеличенные межремонтные сроки приводят к меньшим ограничениям движения

Для получения дополнительной информации позвоните по номеру 1-800-457-2866, посетите наш сайт www.pavewithkraton.com или свяжитесь с нашим официальным дистрибьютором в России ООО «Тэлко»



ШИРОКИЙ АССОРТИМЕНТ СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Дорожное ПБВ, полимер-битумные герметики, мастики и эмульсии, литые асфальты:

- СБС и СИС полимеры Kraton
- Нефтеполимерные смолы
- Аминосилановые промоутеры адгезии

Горизонтальная дорожная разметка:

- СИС и СБС полимеры Kraton
- Акриловые и нефтеполимерные смолы
- Диоксид титана
- Стеклошарики

ЛКМ для металлоконструкций:

- СБС и СЭБС полимеры Kraton
- Диспергаторы, пеногасители, смачиватели для эпоксидных и полиуретановых систем
- Железоокисные пигменты
- Сложные эфиры и углеводородные растворители
- Эпоксидные смолы
- Стеклосферы

Склады и офисы по всей России: Санкт-Петербург, Москва, Екатеринбург, Ростов-на-Дону, Нижний Новгород, Новосибирск
Санкт-Петербург (812) 602-24-20 • Москва (499) 346-74-67 • www.telko.com/ru