

О ТЕХНОЛОГИИ

Используя накопленный опыт и знания были сформулированы некоторые основные требования к новой технологии.

Во-первых, она должна быть проще, эффективнее и экономичнее по сравнению с существующими технологиями.

Во-вторых, помимо улучшения физико-механических свойств битумов, она должна улучшать химические свойства – адгезию вяжущего материала и его устойчивость к старению под действием агрессивных факторов окружающей среды.

Именно комплекс этих свойств является определяющим для повышения качества и долговечности дорожных асфальтобетонных покрытий.

Была разработана *технология объединения отечественных нефтяных битумов с мелкодисперсной резиновой крошкой, в результате которой получаются БИТУмноРЕЗИНОВЫЕ Экологически чистые Композиционные материалы, сокращенно БИТРЭК.*

Запатентованная химическая технология основана на добавлении в смесь битума с резиновой крошкой специальных реагентов-катализаторов, регулирующих радикальные процессы деструкции и сшивки каучуковых цепей резины и компонентов битума.

В материалах БИТРЭК частицы резины объединены как между собой, так и с высокомолекулярными компонентами битума в гетерогенную, армирующую, полимерную пространственную структуру с большим количеством высокоадгезионных молекулярных групп.

Резина в виде мелкодисперсных частиц и частично сшитых каучуковых молекул является субстратом, благодаря которому становится возможным частичный возврат к свойствам природных нефтей и битумов.

В нестабильную молекулярно-коллоидную структуру окисленных битумов вводятся частицы резины, которые абсорбируют часть мальтеновой фракции и соединяются между собой в объемную молекулярную сетку с помощью химических связей, образованных каучуковыми фрагментами резины, а также имеющимися и дополнительно созданными активными центрами высокомолекулярных компонентов битума. Процесс основан на создании условий прохождения в битуме и на поверхности частиц резиновой крошки процессов ступенчатой радикальной полимеризации под действием комплекса химических агентов, обеспечивающих режим «живых» цепей.

В качестве химических агентов и инициаторов полимеризации могут использоваться химические соединения, способные катализировать процесс «живой» радикальной полимеризации на поверхности частиц резины и в объеме вяжущего.

Введение реагентов, участвующих в полимеризационном процессе, позволяет создать условия, при которых возможно практически полностью локализовать подвижные неспаренные электроны проводимости в коллоидных частицах битума и добиться их стабилизации. Коагуляция и конденсация кристаллоидных графитоподобных образований при старении в данном случае сильно кинетически и стерически затруднены и, практически, не происходят. Как и гелеобразование, которое нередко случается при модифицировании битумов каучуками типа СБС и которое приводит к расслаиванию вяжущего. Это происходит по причине нарушения равновесия и стабильности коллоидного состояния дисперсной системы из-за конкуренции высокомолекулярных полярных битумных компонентов и молекул введенного полимера по отношению к жидкой дисперсионной фазе.

Введенные в структуру материала на заключительной стадии технологического процесса избыточные активные молекулярные группы создают поле дополнительных ассоциативных сил, действующих при снижении температуры и обеспечивающих повышенную адгезию и стабильность всей гетерогенной системы.

В результате исследований была разработана новая эффективная энерго- и ресурсосберегающая химическая технология получения материалов БИТРЭК.

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ

1. Введение в окисленные битумы потерянных в процессе нефтепереработки компонентов и создание условий для химической репарации поврежденной молекулярной структуры в течение всей жизни материала придает им свойства подобные природным с их высочайшей стабильностью. Резина в виде мелкодисперсных частиц в данном случае является субстратом, на котором и благодаря которому становится возможным хотя бы частичное возвращение к свойствам природных нефти и битумов.

2. По сравнению с использованием дорогостоящих модификаторов на основе синтетических каучуков и эластомеров типа СБС, резиновая крошка является значительно более дешевым продуктом, что также делает новую технологию одним из наиболее экономичных способов модификации дорожных битумов.

3. Вязкость такой полидисперсной системы при повышенных температурах естественно возрастает, так как поперечные химические связи уменьшают взаимную подвижность частиц, что, кстати, происходит и в случае добавок в битум полимеров. Однако достаточная для практических целей текучесть расплавленного вяжущего сохраняется.

4. Достижимые физико-механические свойства битумных вяжущих материалов, герметиков и мастик позволяют применять их практически во всех известных дорожных и строительных конструкциях с высоким положительным эффектом. Высокие адгезионные свойства и стойкость материалов к старению обеспечивают надежность и долговечность эксплуатации объектов.

5. Технология выгодно отличается от известных способов модификации битумов резиновой крошкой или синтетическими каучуками тем, что не требует предварительной обработки частиц резины или каучука специальными пластификаторами, не требует специального оборудования для интенсивного перемешивания с большим усилием сдвига, позволяет снизить энергозатраты на заключительном этапе модификации, поскольку процесс продолжается и заканчивается при хранении вяжущего.

6. Технология осуществляется в стандартных обогреваемых емкостях для хранения битума. Для предварительного перемешивания резиновой крошки используются обычные битумные насосы, иногда барботирование сжатого воздуха, что категорически недопустимо в случае применения термоэластопластов. Дальнейшее перемешивание не требуется и во многих случаях просто запрещено, поскольку химический процесс модификации идет в среде выделяющихся реакционных газов, которые пронизывают весь объем смеси.

Это существенно упрощает технологический процесс получения битумнорезиновых вяжущих и повышает экономическую эффективность их применения.

7. Какого-либо переобучения персонала не требуется, поскольку технология проста в исполнении и ее приемы не отличаются от обычно применяемых на АБЗ.

8. Практический опыт применения показал простоту и не критичность технологического процесса, его аппаратного оформления, широкий диапазон регулирования свойств получающихся вяжущих материалов.

БИТУМНОРЕЗИНОВОЕ КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ БИТРЕЖ, ЕГО СВОЙСТВА И ОСОБЕННОСТИ.

1. Битумнорезиновое композиционное вяжущее определяется как однородная смесь окисленного дорожного битума (или смеси битумов) с достаточно мелкодисперсной крошкой из резин общего назначения, подвергнутая специальной химической обработке в процессе приготовления. При этом частицы резины полностью не разлагаются и не растворяются, а связываются с компонентами битума прочными, но достаточно подвижными химическими связями и проявляют свои качества уже в составе нового материала. В отличие от обычных битумов, новые вяжущие, сочетающие полезные свойства двух различных компонентов (главным образом, резины), неоднородны по фазовому и химическому составу и по своей природе относятся к классу композиционных материалов. В их составе битум выполняет функции жидкой или псевдожидкой термопластичной матрицы, а частицы резины создают упругий силовой каркас в объеме вяжущего.

2. При наличии вышеназванной химически сшитой молекулярной структуры вяжущего, имеющиеся как в битуме, так и в резине опасные и токсичные соединения, по-видимому, заключены в полимерную

сетку и химически связаны, поэтому их выделение затруднено. Санитарно-гигиенические испытания подтверждают, что вяжущие такой структуры выделяют значительно меньшее количество токсичных веществ, чем битум и отвечают самым жестким экологическим требованиям.

3. Химическая технология, по которой такие вяжущие производятся, основана на добавлении в смесь битума с резиновой крошкой специальных реагентов-катализаторов, регулирующих радикальные процессы деструкции и сшивки каучуковых цепей резины и высокомолекулярных компонентов битума. Происходит это при создании в объеме битума и на поверхности частиц резиновой крошки условий для химически инициированной ступенчатой радикальной полимеризации в режиме «живых» цепей. В результате частицы резины объединяются как между собой, так и с высокомолекулярными компонентами битума в гетерогенную, армирующую, полимерную пространственную структуру с помощью достаточно прочных химических связей. Стабильность всей дисперсной гетерогенной системы, высокую и долговременную адгезию вяжущего обеспечивают полярные молекулярные группы, также вводимые в большом количестве в химическую структуру материала в процессе его приготовления.

4. Битумнорезиновые экологически чистые композиционные вяжущие (далее сокращенно БИТРЭК), полученные по вышеназванной технологии, имеют повышенную устойчивость к старению при воздействии агрессивных факторов окружающей среды. Связано это, во-первых, с влиянием мелкодисперсных частиц резины и имеющихся в ее составе присадок различного назначения. Во-вторых, с дополнительным введением в битумную основу вяжущего ряда компонентов, которые были потеряны в процессе нефтепереработки и присутствие которых создает условия для химической репарации поврежденной молекулярной структуры вяжущего. Резина в виде мелкодисперсных частиц и частично сшитых каучуковых молекул является субстратом, с помощью которого осуществляются эти процессы и благодаря которому становится возможным некое подобие возвращения к свойствам природных нефтей и битумов.

За счет своего состава и структуры вяжущее устойчиво к воздействию высоких технологических температур, а также имеет достаточную деформативность при низкой температуре.

Резиновая крошка в композиционном вяжущем материале (не менее 7% по массе) выступает в роли частиц полимерного компонента, который в асфальтобетонах выполняет функцию полимерного дисперсно-эластичного армирования. Установлено, что асфальтобетоны на вяжущем БИТРЭК имеют высокую устойчивость к циклическим нагрузкам, возникающих при движении транспортных средств.

5. Приготовление вяжущих путем химического объединения битума с резиновой крошкой по вышеназванной технологии, как правило, приводит к следующим результатам по сравнению с исходными битумами:

- уменьшается пенетрация, исходные битумы марки 90/130 переходят в марки вяжущего 60/90 и 40/60, битум марки 60/90 переходит в марку 40/60;
- происходит увеличение температуры размягчения битумного вяжущего и некоторое снижение температуры хрупкости (расширение температурного интервала пластичности);
- происходит улучшение физико-механических и усталостных свойств битумного вяжущего;
- происходит значительное улучшение сцепления битумного вяжущего с поверхностью минерального материала;
- происходит повышение устойчивости к старению, направление изменения температуры размягчения после прогрева меняется на противоположное.

В целом, по сравнению с исходными битумами, происходит значительное улучшение физико-механических и усталостных свойств битумного вяжущего, а также улучшение его адгезии к минеральным компонентам асфальтобетона.

6. К композиционным битумнорезиновым вяжущим, в связи с присущими им специфическими свойствами и в соответствии с указанными положениями, предъявляются более высокие требования, чем к дорожным битумам, по таким показателям как температура размягчения, температура хрупкости и растяжимость при 0°C, т.е. по показателям, определяющим повышенную устойчивость к изменениям окружающей температуры.

Введен показатель эластичности при низких температурах, который отсутствует у дорожных битумов. Величина этого параметра, характеризующего упругость композиционного вяжущего, достаточна, чтобы обеспечить релаксацию возникающих в асфальтобетонных покрытиях циклических деформаций.

Кроме того, в обязательном порядке в состав технических требований включен показатель сцепления со щебнем, как один из важнейших эксплуатационных показателей, контролирующих устойчивость связей вяжущего с минеральной поверхностью в условиях воздействия воды.

Поскольку новые вяжущие являются композиционными и содержат гетерогенные включения резиновых частиц, введен показатель максимальных размеров неоднородностей в составе вяжущего,

который напрямую связан с распределением частиц используемой резиновой крошки по размерам и однородностью ее распределения в объеме вяжущего.

С учетом этих положений основные технические требования, предъявляемые к выпускаемым битумнорезиновым композиционным вяжущим, приведены в таблице

Таблица 1

Наименование показателя	Нормы для марок			Метод испытаний
	БИТРЭК 90/130	БИТРЭК 60/90	БИТРЭК 40/60	
Глубина проникания иглы, дмм, при 25°C, не менее *)	91-130 25	61-90 20	40-60 15	ГОСТ 11501-78
Температура размягчения, °C, не ниже	50	52	56	ГОСТ 11506-73
Температура хрупкости, °C, не выше	-24	-20	-15	ГОСТ 11507-78
Растяжимость, см, при 25°C **) при 0°C, не менее	14 7	12 5	10 3	ГОСТ 11505-75
Изменение температуры размягчения после прогрева, °C, не более	5	5	5	ГОСТ 18180-72, ГОСТ 11506-73 с дополнением по п. 3.3
Температура вспышки, °C, не ниже	250			ГОСТ 4333-87
Эластичность при 0°C, %, не менее	30	30	30	ГОСТ Р 52056-2003
Сцепление вяжущего с поверхностью щебня (адгезия), не менее чем	хорошее (75%)			ГОСТ 12801-98
Размер неоднородностей, мм, не выше	3			ГОСТ Р 52056-2003

*) Показатели глубины проникания иглы при 25 и 0°C приняты как основа для экспресс-определения усредненных реологических характеристик вяжущих и их классификации, хотя для неоднородных композиционных вяжущих они не являются полностью адекватными, особенно при низких температурах.

**) Показатель растяжимости при 25°C для неоднородных композиционных вяжущих материалов не является обязательным, так как не отвечает реальному поведению вяжущего в структуре асфальтобетона. Этот показатель косвенным образом может характеризовать степень абсорбции жидких фракций битумов резиновой крошкой и содержание высокомолекулярных конденсированных соединений в остающейся дисперсионной среде.

7. Дополнительные технические требования к вяжущим БИТРЭК приведены в таблице 2 и характеризуют их высокую устойчивость к циклическим деформациям при определенном значении истинной вязкости. Эти параметры могут измеряться факультативно для проверки качества вяжущего при наличии соответствующего приборного обеспечения.

Таблица 2

Наименование показателя	Нормы для марок			Метод испытаний
	90/130	60/90	40/60	
Число циклов знакопеременной нагрузки до разрушения пленки вяжущего, не менее	4000			«Руководство по эксплуатации реометра Rotovisco RT20»
Истинная вязкость при 50°C, Па·сек, не менее	3,0·10 ²	4,0·10 ²	5,0·10 ²	

8. При изготовлении вяжущих БИТРЭК в качестве исходных применяют битумы нефтяные дорожные вязкие марок БН, БНД по ГОСТ 22245-90 или их смеси с жидкими битумами марок МГ и МГО по ГОСТ 11955-82.

9. В составе вяжущих используется мелкодисперсная резиновая крошка из резин общего назначения, в том числе получаемая дроблением изношенных автомобильных шин или других РТИ. Крошка должна иметь размеры частиц в диапазоне 0,2-0,6 мм и отвечать требованиям технических условий ТУ 38.108035-97 к крошке РД 0,5 или специальным требованиям, устанавливаемым по согласованию с потребителем. Резиновая крошка в готовом вяжущем должна быть распределена равномерно, не должно быть не покрытых битумом частиц. Должны отсутствовать комки резиновой крошки и посторонние включения. Содержание резиновой крошки в битумнорезиновом композиционном вяжущем должно быть не менее 7% по массе. Следует отметить, что улучшение сцепления вяжущего с поверхностью минерального материала заметно возрастает при введении в исходный битум не менее 6% резиновой крошки.

10. Транспортирование и хранение вяжущего БИТРЭК осуществляется также как транспортирование и хранение битумов нефтяных дорожных вязких в соответствии с ГОСТ 1510-84. Битумнорезиновое композиционное вяжущее транспортируют к месту применения в битумовозах, автогудронаторах или обогреваемых цистернах.

11. Хранение битумнорезинового композиционного вяжущего в битумных ёмкостях при рабочей температуре не более 160°C допускается в течение 2-х суток. При хранении следует осуществлять периодическое кратковременное перемешивание всего объема битумнорезинового композиционного вяжущего с помощью низкооборотных мешалок или путем рециркуляции через битумный насос.

УПЛОТНЯЕМЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ПО ГОСТ 9128-97

Все типы стандартных асфальтобетонных смесей на вяжущем БИТРЭК легче укладываются и уплотняются по сравнению с обычными смесями и особенно со смесями на ПБВ.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ДОРОЖНОМ БИТУМЕ И НА ВЯЖУЩЕМ БИТРЭК (Тип Б, мелкозернистый, плотный, марка I)

Показатель	Асфальтобетон на БНД 60/90(5,3% по подбору)	Асфальтобетон на БИТРЭК 60/90 (5,5% по подбору)	Требования ГОСТ 9128-97
Прочность при сжатии, МПа, при 50°C	1,4	2,7	□ 1,2
при 20°C	4,5	5,8	□ 2,5
при 0°C	11,7	9,0	≤ 11,0
Модуль упругости при сжатии, МПа, при 50°C	120	200	
при 0°C	2000	640	
Предел прочности на растяжение при расколе при 0°C, МПа	3,6	5,4	3,0 - 6,5
Водостойкость	0,9	1,00	□ 0,90
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,75	0,98	□ 0,85
Водонасыщение керна, %	2,5	1,7	≤ 4,5
Водонасыщение переформ., %	1,8	1,3	1,5 – 4,0

ЩЕБНЕМАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН НА ВЯЖУЩЕМ БИТРЭК

- Имеет предпосылки значительно большего срока службы, чем на дорожном битуме (в 5-7 раз большая усталостная долговечность).
- Превосходит требования ГОСТ 31015-2002.
- Может использоваться для укладки тонкими слоями 1,5 - 3,5 см.

- Приготовление смеси на стандартном отечественном оборудовании АБЗ без дополнительного введения структурирующих добавок типа целлюлозных волокон, фибры или «Viator».

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВЫРУБОК ЩЕБНЕМАСТИЧНОГО
АСФАЛЬТОБЕТОНА ТИПА SMA 6 НА ВЯЖУЩЕМ БИТРЭК**

Наименование показателя	Значение показателя
Водонасыщение, %	0,1 – 0,4
Предел прочности при сжатии, МПа, при 50°С	1,3 – 1,5
при 20°С	3,0 – 3,5
при 0°С	6,0 – 8,0
Водостойкость	0,95 – 0,98
Средняя плотность, г/см ³	2,35 – 2,36
Предел прочности на растяжение при расколе при 0°С, МПа	4,5 – 5,0

АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ЛИТОГО ТИПА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УКЛАДКИ

- Укладываются стандартными асфальтоукладчиками, снабженными виброплитой, доуплотняются и выглаживаются легким гладковальцевым катком.
- Улучшение со временем характеристик покрытий благодаря специфичным химическим и структурным свойствам вяжущего БИТРЭК.
- Имеют высокий коэффициент сцепления с колесом автомобиля, что позволяет отказаться от дополнительных поверхностных обработок.
- Обладают хорошим сцеплением со старым покрытием без какой-либо дополнительной обработки и подгрунтовок.
- Сочетают близкую к нулю пористость (высокая сопротивляемость техногенным и климатическим воздействиям) с высокой прочностью при 50°С (высокая сопротивляемость пластическим и сдвиговым деформациям, устойчивость к колееобразованию).
- Превосходят уплотняемые щебеночные асфальтобетоны на полимернобитумном вяжущем и значительно превосходят уплотняемые щебеночные асфальтобетоны на обычном дорожном битуме по усталостной прочности.
- Прослужат до фактической потребности в ремонте от 16 лет и более в условиях высоких транспортных нагрузок.

**СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ АСФАЛЬТОБЕТОНА ЛИТОГО ТИПА ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ УКЛАДКИ
НА ВЯЖУЩЕМ БИТРЭК**

Наименование показателя	Значение показателя
Водонасыщение, %	0,0 – 0,1
Предел прочности при сжатии, МПа, при 50°С	1,3 – 1,7
при 0°С	8,0 – 9,0
Водостойкость	1,0
Средняя плотность, г/см ³	2,39 – 2,40

Глубина вдавливания штампа при 50°С, мм	0,2 – 0,3
Коэффициент сцепления с колесом	0,55 – 0,65

АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ЛИТОГО ТИПА ДЛЯ РУЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УКЛАДКИ

- Очень просты в изготовлении, укладываются из передвижного термоса-бункера.
- Имеют прочностные и сдвиговые характеристики на уровне обычных уплотняемых смесей.
- Отличаются устойчивостью к колееобразованию при высоких температурах, высокой деформативностью при низких температурах, высоким коэффициентом сцепления с колесом автомобиля без дополнительных поверхностных обработок.
- Позволяют выполнять профилированные покрытия.
- Позволяют использовать уложенную смесь как нижний слой при последующих ремонтах дорожного покрытия без фрезерования.

ХАРАКТЕРИСТИКИ АСФАЛЬТОБЕТОНА ЛИТОГО ТИПА ДЛЯ РУЧНОЙ УКЛАДКИ НА ВЯЖУЩЕМ БИТРЭК

Устойчивость смеси при 200°С (осадка конуса), мм	20 – 30
Глубина вдавливания штампа при 50°С, мм	2 – 5
Водонасыщение, %	0
Предел прочности при сжатии, МПа, при 50°С	0,8 – 1,0
	при 0°С
Средняя плотность, г/см ³	2,20 – 2,25

ПРЕИМУЩЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ НА ВЯЖУЩЕМ БИТРЭК

Резиновая крошка в составе вяжущего БИТРЭК в асфальтобетонах выполняет функцию полимерного дисперсно-эластичного армирования, что повышает их устойчивость к усталостным нагрузкам, возникающих при движении транспортных средств, и, соответственно, реальную долговечность в 5-10 раз по сравнению с традиционными.

- Асфальтобетоны на вяжущем БИТРЭК сочетают высокую прочность и сопротивление к сдвиговым деформациям при высоких эксплуатационных температурах, что резко снижает колееобразование в покрытиях.
- Частицы резиновой крошки в структуре асфальтобетона служат центрами торможения и остановки распространения всех видов трещин, поэтому такие асфальтобетоны имеют высокую устойчивость к трещинообразованию при низких температурах.
- Благодаря уникальным адгезионным и защитным свойствам вяжущего БИТРЭК, асфальтобетоны отличаются высокой стойкостью к воде, техногенным и климатическим воздействиям, в том числе к современным противогололедным реагентам.
- Дорожные покрытия из асфальтобетона на основе БИТРЭК обладают низким уровнем шума и способностью к разрушению наледи при движении автомобилей.
- Вяжущее БИТРЭК придает асфальтобетонным покрытиям высокую степень сцепления с колесами автомобиля, что способствует уменьшению тормозного пути и повышению безопасности движения.

Применение асфальтобетонов на битумнорезиновом композиционном вяжущем позволит не только значительно повысить фактические сроки до появления потребности в ремонтах дорог с высокоинтенсивным, грузонапряженным движением транспорта, но и экологически и экономически правильно утилизировать изношенные автомобильные шины в виде резиновой крошки.

Повышение сроков службы покрытий позволяет сократить объемы недоремонта, существенно снизить общие затраты на ремонтные работы, получить значительную экономию материальных ресурсов и средств на содержание дорог при эксплуатации.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИНЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Из целого ряда публикаций известно, что в течение длительного периода времени предпринимались многочисленные попытки утилизировать резину путем введения ее в битумы и асфальты в надежде улучшить их свойства. В основном разрабатывались два направления.

Были разработаны многочисленные методы и технологические схемы, так называемого, «сухого» введения частиц резины в асфальтобетонные смеси при их изготовлении, прямого использования резиновой крошки как наполнителя в дорожно-строительных материалах, в асфальтобетонных покрытиях. Считается, что это наиболее простая и низкочатратная схема использования утильной резины.

В различных странах и регионах были построены экспериментальные участки дорог и аэродромов. Вначале они показывали достаточно высокие характеристики, но затем, при постепенном набухании резиновой крошки, покрытия разуплотнялись и разрушались. Ничем не связанная резиновая крошка выкрашивалась из покрытий и в практически неизменном виде разносилась ветром, загрязняя окрестности.

Некоторое применение «сухой» метод нашел в производстве асфальтобетонов для нижних слоев и слоев оснований, где проблема разуплотнения и выкрашивания резины решалась за счет перекрытия верхними плотными слоями. В литых асфальтобетонных смесях «сухое» введение резиновых частиц также оказалось возможно без явных отрицательных последствий. Однако в данном случае говорить об осуществлении действительно «сухого» введения резины не представляется возможным.

В так называемых «мокрых» методах модификации, основанных на разложении и девулканизации резины в битумах при высоких температурах, происходил выброс токсичных веществ, содержащихся в резине, а образовавшиеся жидкие низкомолекулярные каучуковые фрагменты фактически пластифицировали битум и снижали адгезию вяжущего, понижая сдвиговые показатели асфальтобетона и его водостойкость. Кроме того, мелкодисперсная сажа из резины, в большом количестве попадая в битум, становилась дополнительным источником центров кристаллизации, резко понижая стабильность вяжущих, их устойчивость к старению и деградации свойств.

По тем же причинам не оправдали себя и способы введения в битумы высокодисперсных резиновых порошков с сильно развитой и модифицированной поверхностью. При введении таких высокоактивных добавок существенно изменялись привычные приемы обращения с битумными вяжущими, например резко сокращался их срок хранения при технологических температурах.

В нашей стране исследования по введению резиновой крошки в дорожный битум и битумоминеральные смеси проводились Н.В.Горельшевым, А.И.Лысихиной, Г.К.Сюньи, И.М.Руденской, Б.М.Слепой и многими другими.

При участии СоюздорНИИ более двадцати лет тому назад были вновь начаты научно-исследовательские и опытно-внедренческие работы по применению резиновой крошки в качестве компонента минеральной составляющей асфальтобетонных смесей.

Возможность использования дробленой резины в асфальтобетоне была отражена в выпущенном в 1991 году «Пособии по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов» (Минтрансстрой). В «Пособии» отмечается, что использование дробленой резины в горячих асфальтобетонных смесях повышает долговечность покрытий, улучшает их фрикционные свойства, что позволяет уменьшить расход высокопрочного трудношлифуемого щебня. При использовании асфальтобетонов с дробленой резиной, уменьшается вероятность появления вторичных трещин на поверхности дорожного покрытия. В «Пособии» отмечается, что крупность зерен резины должна быть не более 1 мм, считается, что наибольшая плотность составов асфальтобетонной смеси обеспечивается при крупности частиц резины не более 0,63 мм. Предусмотрено, что резиновая крошка может вводиться как в битум («мокрый» метод), так и непосредственно в асфальтобетонную смесь («сухой» метод). Рекомендовано содержание резиновой крошки в дорожном битуме 5-7% по массе как оптимальное. «Пособие» регламентирует основные технологические параметры введения резиновой крошки в битум или в асфальтобетонную смесь и технологию применения таких смесей при строительстве и ремонте дорожных асфальтобетонных покрытий.

Последующий анализ полученного опыта применения резиновой крошки при приготовлении асфальтобетонных смесей выявил неудовлетворительные физико-механические характеристики, в том числе и недостаточную адгезию вяжущего, по сравнению со смесями, выпущенными в соответствии с нормами ГОСТ 9128, что приводило к затруднениям при укладке и самопроизвольному разуплотнению и разрушению уложенных верхних слоев покрытий.

Применение резиновой крошки с размерами частиц 2-8 мм в асфальтобетонных смесях приводило к снижению срока службы асфальтобетонных покрытий из-за «невозможности формирования однородного материала, способного к восприятию нагрузок», хотя при этом в начальный период эксплуатации таких покрытий (непосредственно после укладки) отмечалась повышенная трещиностойкость и большая деформативность, водостойкость, снижение уровня шума и вибрации, уменьшение случаев образования ледяной корки, повышение сцепления, сокращение тормозного пути автомобиля. В действительности только одна из разновидностей «мокрого» метода получила достаточно широкое распространение сначала в США, а затем и в других странах (Канада, Испания, Португалия, Южная Африка, Бразилия и др.).

Так называемый прорезиненный битум, «Asphalt Rubber», был изобретен в конце 1960-х Чарльзом Макдоналдом. Он искал состав для того, чтобы заделать широкие «крокодиловые» трещины в асфальтовых покрытиях на бетонных основаниях, и достаточно долго продолжал работу прежде, чем запатентовал состав и его применения. Ранние полевые испытания в проектах между 1988 и 1992 гг., показали, что перекрытие слоем на основе Asphalt Rubber уменьшает растрескивание и затраты на обслуживание, повышает надежность как в жарком, так и в холодном климате и, что в то время было весьма удивительно, значительно уменьшает собственный шум шоссе.

Патентованный материал представляет собой по существу механическую смесь 20% дробленой шинной резины и 80% специального остаточного битума, обогащенного ароматическими фракциями. Частицы резины достигают размера зерен кофе и при смешении с горячим битумом набухают, образуя гелеподобную массу, обладающую превосходными упругими свойствами при растяжении. Резина в AR разрушает (или девулканизируется) в степени, достаточной для прохождения частичной самовулканизации.

Вначале Asphalt Rubber было очень трудно использовать, поскольку не было надлежащего смесительного и насосного оборудования, которое могло бы работать с такими высоковязкими и неоднородными вяжущими. Понадобились многочисленные эксперименты, зачастую ошибочные, чтобы разработать оборудование и получить материал, который в настоящее время является привычным продуктом. В конце концов эти усилия привели к тому, что было осуществлено перекрытие магистрали Феникс Метрополитэн с помощью горячих асфальтобетонных смесей на основе AR с целью снижения шума от движения транспорта. Применение слоя из асфальтобетона на основе AR толщиной 1 дюйм на поверхности бетонного покрытия заметно снижает уровень шума от шин и последние исследования показали, что эта магистраль имеет в США самую тихую (низкошумную) поверхность из измеренных до настоящего времени.

Несмотря на высокую стоимость AR и сложности обращения с таким вяжущим, после 1992 года (окончание действия патента) наблюдается резкий скачок потребления амортизированных шин для производства асфальтовых покрытий с резиной. Для этого в США была создана целая индустрия по изготовлению специального высокотехнологичного дорожного оборудования для работы с AR и асфальтобетонами на его основе.

Все последующие попытки применения «мокрого» метода совмещения битумов с резиной являлись развитием метода AR. К сожалению, отечественные дорожники не располагают необходимым оборудованием для повторения технологии AR. Но самое главное, отсутствуют отечественные битумы, подходящие по своему химическому составу и свойствам для использования в составе AR. За рубежом битумы необходимого химического качества как целевые продукты получают методами низкотемпературной вакуумной отгонки практически из исходной нефти.

наименование предприятия-изготовителя

ПАСПОРТ-НАКЛАДНАЯ № _____
Смесь на композиционном битумнорезиновом вяжущем

« ___ » _____ 200__ г.

Наименование и марка АБЗ: _____

Смеситель, номер смесителя: _____

Вид, тип смеси: _____

№ автомобиля: _____ масса отгруженной смеси _____ т

Время отгрузки: _____

Температура смеси при отпуске на заводе: _____ °С

Смесь соответствует требованиям: _____

(указать ТУ, СТП)

Объект (организация) назначения: _____

Сменный лаборант АБЗ (диспетчер): _____

(подпись)

(Фамилия, И.О.)

Время прибытия к месту укладки: _____

Температура смеси на месте укладки: _____ °С

Адрес укладки: _____

Сменный мастер

на месте производства работ _____

(подпись)

(Фамилия, И.О.)

Паспорт-накладная составляется в 2-х экземплярах:

1-й экземпляр остается на АБЗ (без заполнения сведений по участку укладки)

2-й экземпляр выдается на руки водителю автомобиля-самосвала, который передает его на линии

мастеру (заполняется полностью на участке)