УДК 691.168

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОЛЕЕОБРАЗОРВАНИЕМ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ.**

**Быков А.Д.**

***Аспирант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)***.

**Щеголева Н.В.**

***к.т.н., доцента кафедры «Транспортное строительство» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.***

**Аннотация.** Рассмотрена проблема возникновения колеи на дорожных покрытиях. Рассмотрены современные методы борьбы с колееобразованием. Представлен способ улучшения свойств асфальтобетона с использованием битумного асмольного вяжущего (БАВ) на основе модифицированной асмольной мастики «Ресобит», продемонстрированы результаты исследования БАВ.

**Ключевые слова:** битум, битумно-асмольное вяжущее, органическое вяжущее, колееобразование, модифицированная асмольная мастика.

**Abstract.** The problem of rutting on road surfaces is considered. Modern methods of combating rutting are considered. A method for improving the properties of asphalt concrete using bitumen asmol binder (BAB) based on modified asmol mastic "Resobit" is presented, and the results of the BAB study are demonstrated.

**Key words:** bitumen, bitumen-asmol binder, organic binder, rutting, modified asmol mastic.

Асфальтобетон в Российской Федерации является главенствующим материалом для устройства покрытий дорожных одежд. Данный материал относится к нежесткому типу покрытий. В отличии от жестких покрытий из цементобетона, асфальтобетон обладает упругими свойствами, позволяющими материалу возвращаться в исходное состояние после действия нагрузки. Однако модуль упругости может изменяться в зависимости от климатических условий. В зимний период времени асфальтобетон переходит в твёрдое состояние, тогда как летом становится более пластичным. Все эти переходы из одного состояния в другое имеют характерные дефекты, которые в зависимости от времени года могут появляться на покрытии.

Для зимнего периода характерными процессами, которые приводят к образованию дефектов, являются: шелушение, выкрашивание, образование трещин, выбоин и др.

Для летнего же периода можно выделить колееобразование.

Колея является наиболее опасным видом деформации ввиду того, что, как показывает практика, коэффициент сцепления в колее ниже, при большой глубине дефекта на высокоскоростных трассах при перестроении автомобиля может возникнут чрезвычайная ситуация, а также при заполнении колеи водой может возникать эффект аквапланирования автомобиля. Данный дефект на покрытии возникает в следствии накопления остаточных деформаций на покрытии и нижних слоях дорожной одежды. Колеи принято разделять на следующие разновидности: колея износа и пластичная колея.

Износная колея возникает, как правило, из-за увеличения средней скорости движения, а также из-за использования шипованной резины в зимний период эксплуатации. Данная разновидность дефекта особенно часто встречается в умеренных климатических регионах страны преимущественно в левых полосах движения.

Пластичная колея может возникать при ряде факторов:

1. При несоблюдении требований и правил строительства оснований автомобильных дорог, а именно грунтовых оснований и подстилающих слоёв.

2. В южных регионах в летний период времени;

3. Увеличение транспортных нагрузок в связи с проездом по участку крупногабаритных машин.

На сегодняшний день существует несколько методов борьбы с колееобразованием:

1. Организационно-технические мероприятия по снижению темпов колееобразования;

2. Методы ликвидации колей без устранения или с частичным устранением причин образования колеи;

3. Методы устранения причин образования колеи;

4. Методы предупреждения образования колей.

Выбор метода зависит от конкретного рассматриваемого случая и заключается в технико-экономическом сравнении вариантов.

К организационно-техническим мероприятиям можно отнести:

* регулирование транспортного потока по средствам запрета проезда тяжелого транспорта в дневное время суток, когда покрытие наиболее подвержено пластическим деформациям из-за повышенных температур;
* ужесточение весового контроля транспорта;
* устранение участков сужения дорожного покрытия и мест с зафиксированной пониженной скоростью транспортного потока.

К методам по ликвидации колеи относятся:

* заполнение колеи ремонтным материалом для выравнивания поперечного профиля;
* срезка выпоров с двух сторон колеи и заполнение ремонтной смесью.

К методам ликвидации колеи и причин их образования относят:

* стабилизация или удаление слабых слоёв дорожной одежды;
* повышение жесткости нижних слоёв дорожной одежды;
* обеспечение водоотвода на покрытии.

К предупреждению образования колеи относят:

* расчет дорожной одежды с учетом накопления остаточных деформаций;
* устройство верхних слоёв покрытия из материалов с высокой сдвигоустойчивостью;
* армирование слоёв покрытия;
* устройство дренирующих слоёв в основании дорожных одежд. [4]

Наиболее рациональным методом является предупреждение колеи, так как он позволяет минимизировать риск возникновения дефекта ещё на стадии проектирования дороги. Для предотвращения колееобразования необходимо правильно подобрать битумное вяжущее на стадии проектирования асфальтобетонной смеси по ГОСТ 58400.3-2019, опираясь на климатические данные района проектирования и условия движения. [3]

Битумное вяжущее в асфальтобетоне является основным структурообразующим компонентом, от которого зависит как быстро асфальтобетон сможет возвращаться в исходное состояние после действия на него нагрузок. Правильно подобранный битум для смеси - это первостепенный фактор долговечности любой дороги. Однако стоит заметить, что не всегда удаётся применить качественное вяжущее в дорожном строительстве. Здесь можно выделить множество факторов, такие как неудачное географическое положение объекта строительства, недобросовестные поставщики материалов и др. Решением проблемы применения низкокачественных битумов при производстве асфальтобетона является использование различного рода модификаторов для улучшения реологических свойств вяжущего. Одной из таких добавок является асмольная мастика «Ресобит». [1]

Асмольная мастика – это герметизирующий материал, который используется для защиты строительных конструкций от влаги и других неблагоприятных воздействий.

«Ресобит» представляет собой композицию, состоящую из нефтяного битума, наполнителя, катализатора и пеногасителя, предназначенную для модификации битумов дорожных вязких по ГОСТ 22245. ГОСТ 31333 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования». Композицию получают поликонденсацией битума нефтяного по ГОСТ 33133-2014, гудронов, других нефтепродуктов.

Преимуществом данной добавки можно выделить взаимосвязь с битумом. С течением времени композиция не расслаивается и представляет собой стабильную систему. Также, при экономических сравнениях данная смесь оказалась дешевле полимер-битумных вяжущих, однако это может меняться от одного региона к другому. Материал легко транспортировать и хранить в течение 1 года.

Были проведены исследования для подтверждения эффективности данного материала как модификатора битумного вяжущего. Испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 33137-2014, ГОСТ 33140-2014, ГОСТ Р 58400.10-2019, ГОСТ Р 58400.5-2019, ГОСТ Р 58400.8-2019. Испытания проводились в лаборатории ЦКП МАДИ в 2023 году. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Результаты испытаний не модифицированного битума и БАВ.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование показателя | | | Требования  ГОСТ | | Исходный битум | Битум + 10% добавки | Битум+15%добавки | Битум+20%добавки |
| Динамическая вязкость, Па\*С, при температуре испытания 135оС | | | Не более 3 | | 0,475 | 0,29 | 0,35 | 0,41 |
| Динамическая вязкость, Па\*С, при температуре испытания 165оС | | | - | | 0,125 | 0,085 | 0,095 | 0,105 |
| Сдвиговая устойчивость, G\*/sinδ, при 10 рад/с, кПа | при 58˚С | | G\*/sinδ ≥ 1,0кПа | | 2,72 | 3,20 | 3,47 | 3,55 |
| при 64˚С | | 1,23 | 2,45 | 2,61 | 2,64 |
| при 70˚С | | **0,57** | 1,62 | 1,58 | 1,60 |
| при 76˚С | | - | **0,92** | 1,09 | 1,13 |
| при 82˚С | | - | - | **0,59** | **0,62** |
| Сдвиговая устойчивость после старения, G\*/sinδ, при 10 рад/с, кПа | при 58˚С | | G\*/sinδ ≥ 2,2 кПа | | 6,56 | - | - | - |
| при 64˚С | | 3,13 | 5,27 | 4,05 | 4,37 |
| при 70˚С | | **1,48** | 3,12 | 2,33 | 2,85 |
| при 76˚С | | - | **2,07** | **1,92** | **2,10** |
| при 82˚С | | - | - | - | - |
| Изменение массы после старения, % | | | | не более 1 | 0,143 | 0,04 | 0,144 | 0,150 |
| Низкотемпературная устойчивость:  Жесткость, S  Ползучесть, m | | При минус 18˚С | | S,  не более 300, МПа | 112,646 | 135,663 | 145,647 | 150,535 |
| m,  не менее 0,3 | 0,317 | 0,306 | 0,302 | **0,291** |
| При минус 24˚С | | S,  не более 300, МПа | 233,783 | - | - | - |
| m,  не менее 0,3 | **0,263** | - | - | - |
| Марка по ГОСТ 58400.1-2019 | | | | | PG64-28 | PG70-28 | **PG76-28** | PG76-22 |

Полученную композицию из битума и модифицированной асмольной мастики «Ресобит» называют битумное асмольное вяжущее (БАВ). Как видно из полученных результатов, БАВ с концентрацией добавки в 15 % показал наилучшую температурную устойчивость, улучшив высокотемпературный показатель марки PG на 12 оС. Можно предположить, что данная композиция улучшит колеестойкость асфальтобетонной смеси. Для этого в дальнейшем необходимо провести комплексные испытания асфальтобетона с применением БАВ для подтверждения данной теории.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Быков А.Д., Белова А.И., Алоян Э.С., Талалай В.В.. Современная концепция повышения качества битума в разрезе потребительских свойств. Инновационные материалы и технологии в транспортном строительстве и дорожном хозяйстве, сборник научных трудов бакалавров и магистров кафедры «Дорожно-строительные материалы» МАДИ. Выпуск 6. Москва – 2022;

2. Ковалев Д.И., Шайхутдинова Р.А.. Проблемы колееобразования на автомобильных дорогах. Интернет-журнал «Транспортные сооружения», №1, том 9. Москва – 2022;

3. ОДМ 218.3.063-2016. Рекомендации по выбору битумных вяжущих материалов на основе определения их реологических свойств для повышения устойчивости к колееобразованию асфальтобетонов. Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР). Москва – 2015;

4. ОДМ Рекомендаций по выявлению и устранению колей на нежестких дорожных одеждах. Министерство транспорта Российской Федерации. Государственная служба дорожного хозяйства (РОСАВТОДОР). Москва – 2002.