Секция "СТРОИТЕЛЬСТВО"
Подсекция "СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ"

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Лукьяненко А.Ю. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

От состояния дорожного покрытия зависят такие факторы, как безопасность дорожного движения, скорость транспортного потока, что приводит к перерасходу топлива и повышенным вредным выбросам в атмосферу. Кроме того, неисправное дорожное полотно является причиной повышенного шума, вибрации, приводит к излишнему утомлению водителя и способствует износу автомобиля. [1]

В России большая часть дорог (до 95–96%) имеет асфальтобетонное покрытие с усовершенствованным типом покрытия.

В результате перегрузок покрытия, износа и старения его материалов, на покрытии с течением времени возникают всевозможные дефекты, деформации и разрушения (неровности, трещины, сколы, выбоины, ямы и т. п.).

Ремонтные работы дорожного покрытия осуществляется различными методами, средствами и материалами, в совокупности определяющими качество, срок службы и стоимость, т. е. эффективность таких ремонтных работ. Главная цель этих работ – обеспечить на эксплуатируемой дороге безопасное движение автомобильного транспорта с установленным скоростным режимом.

Как правило, ремонтные работы на покрытии в России планируются и выполняются чаще всего весной с наступлением устойчивой теплой (не ниже плюс 5°С) и сухой погоды, хотя порой может возникать потребность в проведении и срочного внепланового или аварийного ремонта практически в любое время года и при любых погодных условиях.

При текущем ремонте покрытий, по мере надобности, могут выполнятся следующие виды работ:

- ямочный ремонт (ликвидация ям, выбоин, сколов);
- заделка трещин;
- поверхностная обработка или укладка тонких верхних слоев покрытия (ковриков износа). [2]

Основные виды ямочного ремонта осуществляются с применением следующих материалов и технологий:

- горячая асфальтобетонная смесь;
- холодная асфальтобетонная смесь;
- с применением литого асфальтобетона;
- по технологии рециклинга;
- по струйно-инъекционной холодной технологии.

Выбор технологического метода ямочного ремонта должен отвечать следующим требованиям или критериям:

- высокое качество заделки дефекта, соответствующее показателям плотности, прочности, ровности и шероховатости основной части покрытия;
- продолжительный срок службы отремонтированного места;
- наличие или доступность требуемых материалов, машин и установок для выполнения ремонта по выбранному методу;
- сложность или простота реализации намеченного метода ремонта в различных погодных условиях;
- оперативность открытия движения транспорта по месту ремонта;
- низкая стоимость или высокая экономичность ремонтных работ. [2]

В течение многих лет дорожно-ремонтные работы признавались процессом сезонным, строго зависимым от температуры воздуха и влажности дорожного покрытия. [3]

Актуальной задачей в настоящее время считается обеспечение возможности круглогодичного проведения работ по строительству и ремонту дорожных асфальтобетонных покрытий и повышение их долговечности. [4]

Сегодня возможно применение новой технологии ямочного ремонта холодными асфальтобетонными смесями.

Холодная асфальтобетонная смесь бывает нескольких видов:

- смесь на эмульсии немедленного применения;
- холодные эмульсионно-минеральные асфальтобетонные смеси;
- холодная складируемая (пакетируемая) органоминеральная смесь и др. виды смесей.

Холодные асфальтобетонные смеси имеют в своей основе традиционный асфальт, который изготавливается по специально выдержанной технологии с применением модифицированных добавок или модифицированного битума (битум составляет от 4,2 до 4,5% от веса щебня, а добавки – от 15 до 25% от веса битума). Такой состав наделяет асфальт свойствами, ранее лежавшими за гранью возможностей дорожного строительства. [3]

Для подробного ознакомления с холодными асфальтобетонными смесями, рассмотрена технология работ и опыт использования холодных складируемых (пакетируемых) органоминеральных смесей, произведенных ГУП «Барнаульское ДРСУ» по ямочному ремонту асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог общего пользования всех категорий, городских улиц и площадей, дорог промышленных предприятий во II-IV дорожно-климатических зонах Алтайского края.

Для определения нормируемых показателей подсчета свода затрат на ямочный ремонт – профессорско-преподавательским составом кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» проведены научно-исследовательские и опытно-производственные работы по разработке «Карт технологического процесса. Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог Алтайского края холодными органоминеральными смесями при отрицательных температурах воздуха с разломкой и без разломки старого покрытия».

В технологических картах описываются область применения и общие положения применения холодных складируемых органоминеральных смесей, организация и технология выполнения работ, требования к качеству работ, потребность в материально-технических ресурсах, техника безопасности и охраны труда и определение нормируемых показателей.

Технология ремонта асфальтобетонных покрытий с применением холодных складируемых органоминеральных смесей позволяет проводить ямочный ремонт в сухую погоду при среднесуточной температуре воздуха до минус 10°С.

Работы по устранению выбоин на поврежденном участке покрытия могут выполнять одним из следующих способов:

- с разделкой покрытия и удаления старого материала;
- без разделки покрытия.

При выполнении работ по ямочному ремонту на асфальтобетонном покрытии с разделкой покрытия и удалением старого материала соблюдают технологическую последовательность, в состав работ которой входят:

1 - установка технических средств организации дорожного движения и развёртывание потока;

2 - очистка поверхности ремонтируемого покрытия от снега и наледи, пыли и грязи;

3 - разметка мест ремонта единичных выбоин и выбоин, объединенных в карту;

4 - нарезка контуров ремонтируемых выбоин и карт при помощи швонарезчика или навесных или ручных холодных фрез;

5 - очистка стенок и дна ремонтируемых карт;

6 - разогрев стенок и дна карты газовой горелкой пропан;

7 - обработка стенок и дна ремонтируемой выбоины органическим вяжущим;

8 - укладка, разравнивание и уплотнение холодной складируемой органоминеральной смеси (на глубину до 50мм и более 50мм с тщательным уплотнением каждого слоя);

9 - уход за поверхностью отремонтированного участка покрытия;

10 - погрузка отходов в автомобиль самосвал;

11 - снятие технических средств организации дорожного движения и развертывание потока.

Состав работ по ямочному ремонту асфальтобетонных покрытий без вырубки покрытия включает следующую технологическую последовательность, а именно:

1 - установка технических средств организации дорожного движения и развёртывание потока;

2 - очистка поверхности ремонтируемого покрытия от снега и наледи, пыли и грязи;

3 - разогрев стенок и дна выбоины газовой горелкой;

4 - обработка стенок и дна ремонтируемой выбоины органическим вяжущим;

5 - укладка, разравнивание и уплотнение холодной складируемой органоминеральной смеси (на глубину до 50мм);

6 - уход за поверхностью отремонтированного участка покрытия;

7 - снятие технических средств организации дорожного движения и свертывание потока.

В отличие от горячего асфальтобетона, который необходимо использовать, или утилизировать, холодная складируемая органоминеральная смесь способна храниться до 2 месяцев, в упаковке до 8 месяцев без какого-либо изменения ее эксплуатационных качеств.

Холодная органоминеральная смесь не требует при укладке квалифицированной рабочей силы и специальной техники, может доставляться к месту ремонта небольшими партиями (в багажнике легкового автомобиля), в связи с чем появляется возможность проводить оперативный ремонт при образовании незначительных выбоин и, тем самым, не давать им увеличиваться. [1]

Опыт применения холодной складируемой органоминеральной смеси для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий на автодорогах дорог общего пользования Алтайского края показал, что явным преимуществом данной технологии является то, что весь технологический процесс может быть выполнен силами 4-6 человек. Уплотнительные работы могут быть сделаны минимальным количеством техники. Если раньше сроки работ ускорялись остывающим асфальтом, то теперь они сокращаются за счет меньших усилий, требуемых технологией холодного асфальтирования. [3]

Основными преимуществами холодной складируемой органоминеральной смеси являются:

- круглогодичность использования;
- длительный срок хранения;
- экологичность (минимальный парниковый эффект);
- минимальное использование трудозатрат;
- простота выполнения технологии работ (не требуется дорогостоящая и высокотехнологичная дорожно-строительная техника);
- оперативность;
- ввод в эксплуатацию отремонтированного асфальтобетонного покрытия сразу после завершения ремонтных работ.

Существенным аргументом между горячей асфальтобетонной смесью и холодной складируемой органоминеральной смесью выступает высокая цена последнего.

Среди прочих минусов является значится их меньшая сопротивляемость сдвигу мест ремонта холодными органоминеральными смесями, что исключает их применение при ремонте дефектов дорожного полотна в местах торможения, на перекрестках и автобусных остановках. [3]

Оптимальным вариантом является использование холодной складируемой органоминеральной смеси для оперативного ремонта покрытий на начальной стадии

разрушения при отрицательных температурах окружающего воздуха и небольших площадях ремонтируемого покрытия.

Применение холодной складируемой органоминеральной смеси при оперативном ремонте покрытий позволяет существенно снизить затраты на проведение ремонтных работ в наиболее неблагоприятные периоды года, уменьшить объемы разрушений на покрытиях и повысить безопасность дорожного движения. [5]

Независимость от погодных условий и другие преимущества позволяют холодной асфальтобетонной смеси составить достойную конкуренцию традиционной горячей технологии. Также возможно найти альтернативный вариант решения дорожной проблемы. Все активнее в России используется литой асфальт, в своей сфере способный составить достойную конкуренцию всем прочим технологиям.

Литой асфальт применяется еще с 1914 года. Литой асфальт – горячая смесь тестообразной консистенции, состоящая из высоковязкого твердого битума, большого количества минерального порошка и песка (иногда мелкого щебня). Перевозить горячую смесь необходимо в специальных транспортных средствах (бойлерах или кохерах), которые подогревают и перемешивают её, что увеличивает расходы на дорожный ремонт. Температура приготовления и укладки литого асфальта должна быть 220-250°С. Вязкую массу «заливают» в подготовленные ямы. Остывая, смесь уплотняется сама собой, без обработки катком. Несомненный плюс технологии в прекрасных адгезионных свойствах даже при морозах и повышенной влажности. Но летом, нагреваясь на солнце до плюс 60°С, покрытие дороги продавливается колесами транспорта, в результате образуется колея. Ямочный ремонт литым асфальтом специалисты склонны рассматривать скорее как временную меру, позволяющую дождаться сезона традиционных дорожных работ. [6]

Другой распространенный вариант ремонта дорожных одежд – инжекторная, или струйно-инъекционная холодная технология.

Струйно-инъекционная холодная технология заделки выбоин на дорожных покрытиях с помощью битумной эмульсии является сейчас одной из наиболее передовых и прогрессивных в России, несмотря на то, что в некоторых странах Европы и в Америке она с успехом применяется уже давно. Суть ее состоит в том, что все необходимые операции (рисунок 1) выполняются рабочим органом одной машины (установки) самоходного или прицепного типа.

Подготовка выбоины к ремонту сводится фактически только к тщательной ее очистке от пыли, мусора и влаги путем продувки высокоскоростной струей воздуха и к обработке поверхности выбоины битумной эмульсией. Операция обрезки, разлома или фрезерования асфальтобетона вокруг выбоины в этой технологии может не производиться.

1 - очистка; 2 – обмазка; 3 - заполнение и уплотнение; 4 - сухая посыпка

Рисунок 1 – Последовательность выполнения операций при струйно-инъекционном способе заделки выбоин

Сама заделка выбоины осуществляется посредством ее заполнения мелким щебнем, предварительно обработанным битумной эмульсией в камере смешения машины. За счет вовлечения и подачи щебня воздушной струей, его укладка в выбоину происходит с высокой скоростью, что обеспечивает хорошую его упаковку (уплотнение), практически исключающую необходимость в дополнительном использовании виброплит и виброкатков.

Для ямочного ремонта по струйно-инъекционной холодной технологии рекомендуется использовать чистый мелкий щебень фракции 5-10 (15)мм и быстрораспадающуюся

катионную (для кислых каменных пород, например, гранита) или анионную (для основных каменных пород, например, известняка) битумную эмульсию 60-процентной концентрации.

Струйно-инъекционный метод заделки выбоин можно использовать почти круглый год. Небольшой опыт в России и более обширная практика его применения, например в США, Англии и Швеции, показывают, что фактически крепкую и долговечную заделку выбоины можно обеспечить даже при температуре воздуха до минус 10-15°С.

Не рекомендуется проводить ремонтные работы таким способом при дожде и снегопаде, когда затруднена или даже исключена очистка выбоины от влаги, пыли и мусора и ее подгрунтовка битумной эмульсией. [2]

Сложно сказать, что препятствует распространению этих технологий в России, возможно, главным барьером является цена, но понятно одно: если холодный асфальт пришел на наши дороги, приход других передовых технологий дорожного ремонта не заставит себя долго ждать. [3]

Литература:

1. Систер В.Г. Применение органоминеральных смесей для производства ямочного ремонта внутридворовых проездов // Ежеквартальный научно-технический журнал «Чисты город». – апрель-июнь 2002. – №2(18).

2. Костельов М.П. Современные методы и средства ямочного ремонта дорожных покрытий // Каталог-справочник «Дорожная техника – 2001». – 2001.

3. Юлия Ребрунова Асфальт зимой – это нормально? // Журнал «Промышленные Страницы Сибири» – 2009. – №37.

4. Руденский А.В. Холодный асфальтобетон. Возможности продления сезона строительных и ремонтных работ. // Новости в дорожном деле: «Научно-технический информационный сборник «Информавтодор». – 2006. – Вып. 1. – с. 11-42.

5. Козлов Г.Н. Холодный асфальтобетон. Теория, практика, перспективы применения // Журнал «Федеральный строительный рынок» – 2006. – 4 (53).

6. Зоя Зимина. А время ли асфальту? Технология холодного асфальта // Журнал «Сибирский дом» – 2009. – №10(72).

ПОВЫШЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ РАСТВОРНОЙ ЧАСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА С КАМЕННЫМ МАТЕРИАЛОМ.

Пушкарёв А.Е. – студент, Чуб Н.В. - аспирант, Меренцова Г.С – д.т.н, профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одной из причин преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий и поверхностных обработок является снижение сцепления поверхности каменного материала с растворной частью асфальтобетона в процессе его эксплуатации. Это связано с неудовлетворительными адгезионными свойствами большинства отечественных битумов. Для повышения адгезионных свойств битумов в асфальтобетонную смесь вводились различные поверхностно-активные добавки. При исследовании влияния предложенных комплексных химических добавок КМД-1; КМД-2; КМД-3 на сцепление с камнем, устанавливалось оптимальное содержание этих добавок. Эти исследования проводились по двум направлениям:

– при введении добавки в битум (в % соотношении от массы битума);

– при введении в растворную часть асфальтобетона (в % соотношении от массы минеральной части).

Количественную характеристику степени сцепления оценивали с помощью специального разработанного оборудования: прибора для погружения штампов в битум и растворную часть асфальтобетона, а также прибора для определения нагрузки отрыва

штампа. При таком методе определения характеристики сцепления повышается точность экспериментальной оценки показателя сцепления и уменьшается трудоемкость реализации способа.

В результате обработки экспериментальных данных оптимизированы дозировки присадок в битум и в растворную часть асфальтобетона (в процентном содержании от массы битума, растворной части асфальтобетона). По результатам экспериментальных исследований построены графики зависимостей сцепления щебня с битумом марки БНД 90/130 и растворной частью асфальтобетона (рисунок 1, 2). Выявлена зависимость, которая свидетельствует о следующем:

- сцепление щебня с битумом при температуре 20оС у всех составов выше контрольного состава (без добавки), наилучший показатель сцепления при 20оС у состава №2 при добавлении добавки КМД 1 – 5% от массы битума, что выше сцепления контрольного состава (рисунок 1).

- сцепление щебня с битумом после цикла замораживания при температуре 20°С в течении 12 часов и оттаивания в течении 12 часов при температуре минус 20°С у всех составов выше контрольного состава, наилучший показатель сцепления у состава №2 при добавлении добавки КМД 1 – 5% от массы битума, что выше сцепления контрольного состава (рисунок 1).

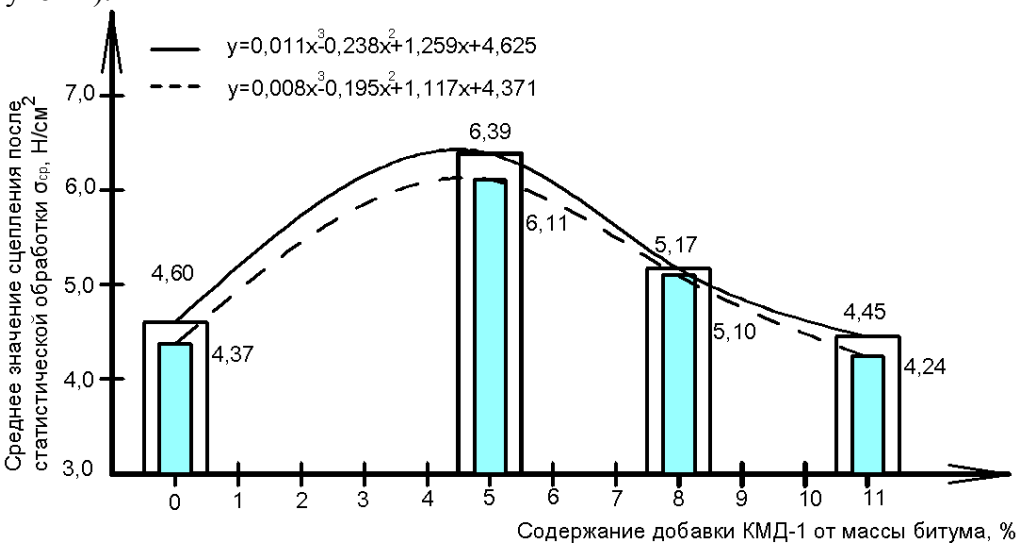


Рисунок 1 – График зависимости сцепления щебня с битумом при 20 °С; после цикла замораживания при температуре минус 20 °С

- сцепление щебня с растворной частью асфальтобетона при температуре 20°С у всех составов выше контрольного состава, за исключением состава №2, наилучший показатель сцепления при 20°С у состава №3 при добавлении добавки КМД 1 – 1,0% от массы минеральной части, что выше сцепления контрольного состава (рисунок 2).

- сцепление щебня с растворной частью асфальтобетона после цикла замораживания при температуре 20°С в течении 12 часов и оттаивания в течении 12 часов при температуре минус 20°С у всех составов выше контрольного состава, за исключением состава №2, наилучший показатель сцепления у состава №3 при добавлении добавки КМД 1 – 1,0% от массы минеральной части, что выше сцепления контрольного состава. (рисунок 2).

Составы с добавками КМД-2, КМД-3 показали так же сцепление выше чем у контрольного состава, но значительно меньше, чем с применением добавки КМД-1 в процентном содержании для составов битума, составов растворной части асфальтобетона.

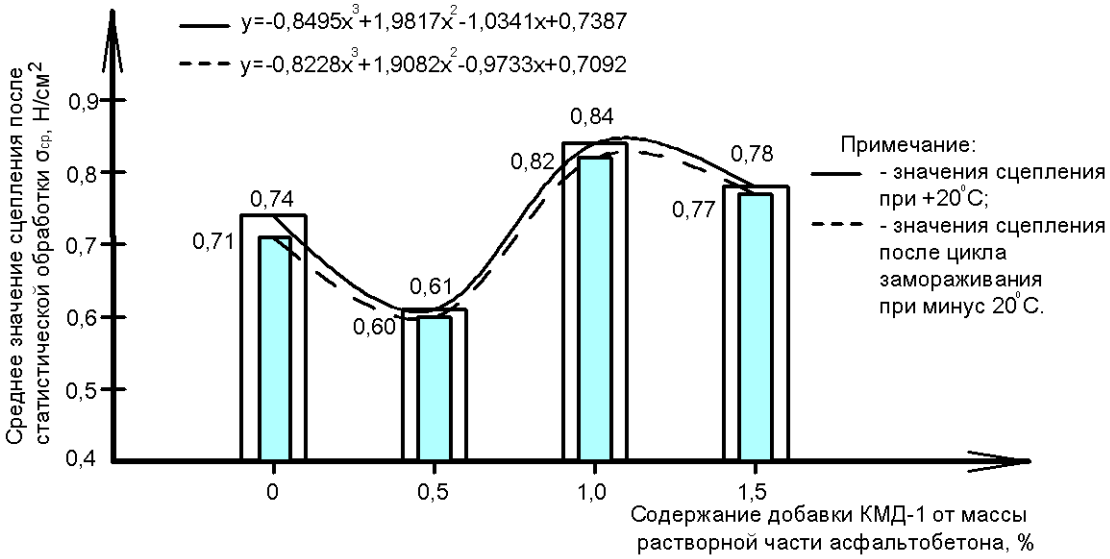


Рисунок 2 – График зависимости сцепления щебня с растворной частью асфальтобетона при 20 °С; после цикла замораживания при минус 20 °С

Состав битума и растворной части асфальтобетона с добавлением добавки КМД-1 показал самый лучший результат по сцеплению щебня с битумом при добавлении 5% добавки от массы битума, а с растворной частью асфальтобетона – при добавлении 1,0% добавки от массы минеральной части. Применение указанных выше добавок в производстве значительно улучшит состояние дорожной одежды и будет способствовать продлению сроков эксплуатации асфальтобетонных конструктивных слоев автомобильной дороги.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КОНТАКТНУЮ ЗОНУ «РАСТВОРНАЯ ЧАСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА – МИНЕРАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ»

Пенкин Е.В. – студент, Строганов Е.В. – ст.преподаватель,
Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Анализ исследований химических процессов, протекающих при воздействии противогололедных средств с асфальтобетоном и его компонентами [1] показывает, что разрушение структуры материала может протекать различным путем. Это зависит от состава асфальтобетона и свойств компонентов, группового и химического состава битума, генетических и петрографических особенностей составляющих каменного остова и многих других структурно-механических характеристик.

Воздействие различных противогололедных химических реагентов на составляющие асфальтобетон структурные элементы и изменения в их составе и свойствах могут существенно отличаться по природе и характеру. Это дает возможность разделить эти воздействия по основным классификационным признакам. В таблице 1 приведена классификация химических противогололедных реагентов по механизму воздействия на структурные изменения в асфальтобетоне.

Таким образом, становится понятным механизм и характер деструктивных процессов, протекающих в асфальтобетоне под действием растворов агрессивных противогололедных материалов в процессе проведения необходимого комплекса работ по зимнему содержанию асфальтобетонных дорожных покрытий.

Таблица 1 - Классификация химического воздействия противогололедных реагентов на асфальтобетонные покрытия

Вид воздействия	Результат воздействия	Типичные реагенты
1. Увеличение количества полярных групп и растворимости отдельных компонентов битума	Вымывание легкорастворимых соединений, снижение адгезии битума и каменного материала	Реагенты, содержащие нитраты NO_3^-
2. Изменение группового состава органических вяжущих	Увеличение жесткости пленки вяжущего, снижение трещиностойкости	Реагенты, содержащие хлориды Cl^-, сульфаты SO_4^{2-}
3. Уменьшение краевого угла смачивания асфальтобетона	Проникновение агрессивных растворов на большую глубину	Мочевина, этиленгликоль и др.
4. Совокупное воздействие нескольких признаков	Снижение основных характеристик компонентов асфальтобетона	НКММ и др.
5. Вымывание карбоната кальция из известнякового наполнителя	Снижение прочности асфальтобетона, разуплотнение структуры, ослабевание контактов	Реагенты, содержащие сульфаты SO_4^{2-}, нитраты NO_3^-
6. Реагенты, не вызывающие вышеперечисленных изменений	_____	Ацетаты CH_3COO, формиаты $HCOO^-$, фосфаты PO_4^{3-}

Все традиционные и перспективные противогололедные реагенты будут взаимодействовать с компонентами асфальтобетона, разрушая его структуру и снижая важнейшие показатели его строительно-технологических свойств. Либо эти процессы протекают за счет увеличения количества полярных групп и растворимости отдельных компонентов битума, вызывая изменения в групповом составе битума, либо за счет уменьшения краевого угла смачивания в дальнейшем происходит химическое взаимодействие и вымывание растворимых продуктов реакции карбоната кальция из тонкодисперсного известнякового наполнителя.

Авторами [1] установлено, что совместное действие попеременного замораживания и оттаивания в присутствии химически агрессивной среды ускоряет деструктивные процессы, происходящие в асфальтобетоне.

Агрессивные реагенты воздействуют как на каждый компонент асфальтобетона в отдельности, так и на асфальтобетон в целом:

- хлориды способствует введению в молекулы битума полярных групп и повышению их растворимости.

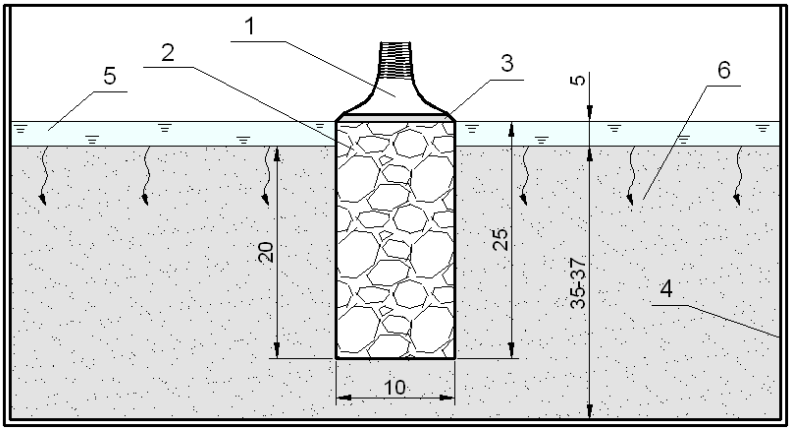
- неионогенные компоненты агрессивной среды также могут встраиваться в молекулы битума и повышать их полярность, например, мочевина.

Все это приводит в дальнейшем к разрушению структуры (и в первую очередь микроструктуры) асфальтобетона, так как полярные и растворимые вещества в свою очередь способны взаимодействовать с минеральными наполнителями.

В связи с этим проводились исследования на влияние химических реагентов в составе пескосоляных смесей на сцепление минерального материала с песчаным асфальтобетоном.

Для оценки сцепления впервые применена методика оценки адгезионных свойств на специальном приборе при попеременном замораживании-оттаивании, при температуре -20°С и +20°С соответственно, в растворах исследуемых противогололедных реагентов. При этом в качестве агрессивной среды использовались 15% растворы противогололедного реагента

КОМД-3, хлорида натрия и контрольного состава (дистиллированная вода). Испытания проводились на растворной части асфальтобетона, на битуме марки БНД 90/130, при этом в качестве минерального материала использовался камень - мелкозернистый гранит. Образцы-штампы, размером 10*10*25мм, выполненные из каменного материала, погружали в емкость с растворной частью асфальтобетона на глубину около 20мм. В емкость с асфальтобетоном и погруженными штампами наливали 15-% растворы испытуемых противогололедных реагентов и подвергали попеременному замораживанию – оттаиванию (рисунок 1).



1 – болт; 2 – штамп-образец; 3 – эпоксидный клей; 4 – емкость для проведения испытаний; 5 – раствор противогололедного реагента; 6 – песчаный асфальтобетон

Рисунок 1 – Схема погружения каменного образца в растворную часть асфальтобетона для проведения испытаний

Получены зависимости (рисунок 2) между сцеплением в контактной зоне «растворная часть-заполнитель» ($\sigma \cdot 10^{-1}$) и количеством циклов замораживания-оттаивания (N).

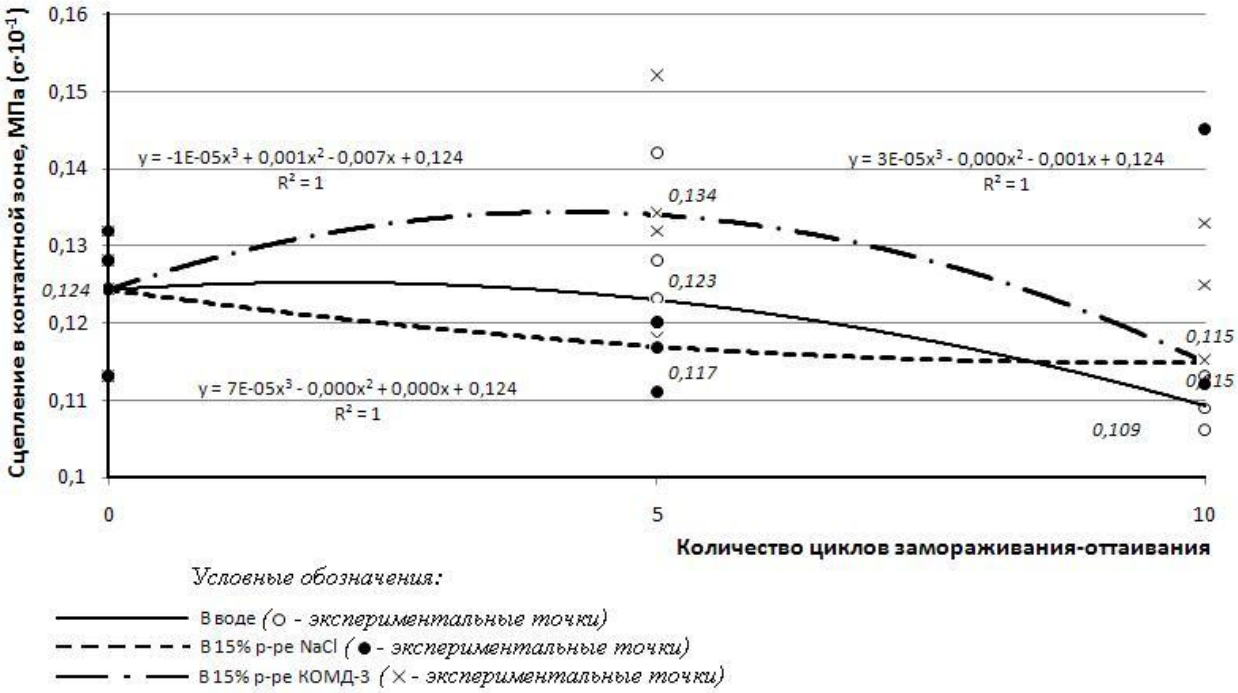


Рисунок 2 – Изменение силы сцепления в контактной зоне «растворная часть асфальтобетона - минеральный материал» ($\sigma \cdot 10^{-1}$) при попеременном замораживании и оттаивании в растворах противогололедных реагентов

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что сила сцепления в контактной зоне после попеременного замораживания-оттаивания увеличивается в течении первых 5 циклов в растворе КОМД-3, что косвенно свидетельствует об временном увеличении

прочности и жесткости пленки битума. Возможно повышение сцепления в течении 5 циклов на 8% в контактной зоне, в растворе КОМД-3 связанно с набуханием минерального порошка под воздействием агрессивных сред и обжатием каменного материала минеральной частью. Однако после 10 циклов замораживания-оттаивания, за счет воздействия противогололедных реагентов сцепление уменьшается. Так в растворах КОМД-3 и NaCl сцепление уменьшается на 7%, а в воде на 12%.

В результате взаимодействия противогололедных реагентов на асфальтобетон протекают реакции обмена с образованием легко растворимых продуктов реакции с последующим их вымыванием. Это в процессе эксплуатации материала в дорожном покрытии приводит к разрушению макро- и микроструктуры асфальтобетона.

Список использованных источников

1. Э.В. Котлярский, О.А. Воейко «Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации». Техполиграфцентр, М. 2007, -136с.

2. Г.С. Меренцова, Е.В. Строганов, «Оценка коррозионных процессов бетонов при оптимизации составов пескосоляных смесей» Вестник ТГАСУ. – Томск, Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2009, №2, стр. 105-111.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРОСОДЕРЖАЩИХ КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Перфильев Н.В. – аспирант, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Неуклонный рост количества грузовых автомобилей и нагрузок на ось создает сложные условия для эксплуатации автомобильных дорог, особенно построенных на основе органических вяжущих, и требует соответствующих контрмер. Основная проблема, возникающая в связи с высокими осевыми нагрузками и большой интенсивностью движения, заключается в том, что слой шероховатой поверхностной обработки испытывает большое количество ударов с высокой выбивающей нагрузкой. В условиях Западной Сибири и, в частности, резко-континентальном климате Алтайского края, происходит интенсивное разрушение слоя ШПО, устроенных с использованием не модифицированных битумов.

Для повышения надежности и долговечности работы покрытий в настоящее время рекомендуется использовать битумы, модифицированные полимерами. Широкое использование модифицированных битумов вместо обычных объясняется их улучшенными свойствами, главным образом повышенной адгезией. Но следует учитывать, что при повышении одной характеристики, происходит понижение других, что значительно снижает эффективность использования вводимого полимера, так как при повышении адгезии понижается растяжимость, так как эластичность полимера меньше эластичности битума при 25 ^{0}С, из-за образования микроконгломератов полимера в органическом вяжущем. Это приводит к тому, что разрыв будет происходить не по разделу фаз «органическое вяжущее - каменный заполнитель», а по битуму. Данную проблему можно решить путём более интенсивного перемешивания, но это приводит к большому повышению энергозатрат, что, в условиях трудного экономического положения в стране, неприемлемо. Поэтому необходимо дополнительно вводить добавку, которая повышала бы растяжимость либо способствовала полному растворению полимера, не понижая адгезии.

Вводимая комплексная добавка должна увеличивать диапазон рабочих температур, что увеличивает долговечность слоя ШПО, так как повышается температура размягчения, что уменьшает интенсивность старения вяжущего от действия прямого солнечного в летнее

время, и понижает температуру хрупкости, что препятствует разрушению битума в зимнее время.

Нами был рассмотрен ряд органических добавок из которого была выделена одна, которая повышала адгезию вяжущего и при нагревании до температуры приготовлении начинала вулканизировать, но при этом начиналось образование мелких пузырьков воздуха, что снижает растяжимость.

Было выдвинуто предположение, что при одновременном введении органической и полимерной добавки, каждая из которых по отдельности увеличивает адгезию и понижает растяжимость органического вяжущего, будет препятствовать интенсивному её понижению растяжимости ввиду того, что вулканизирование органического компонента способствует более интенсивному перемешиванию полимера, который, в свою очередь, повышает плотность и не даёт образовываться пузырькам воздуха в вяжущем.

Испытания проводились согласно ГОСТ 11505-75* «Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости» при 25 ^{0}С на битуме с добавлением органических добавок Р1, Р2, Р3; полимерных добавок 1П, 2П, 3П и комплексных органических добавок Р31П, Р32П, Р33П, Р51П, Р52П, Р53П. Результаты испытания приведены на рисунке 1 в сравнении с битумом без добавок (К).

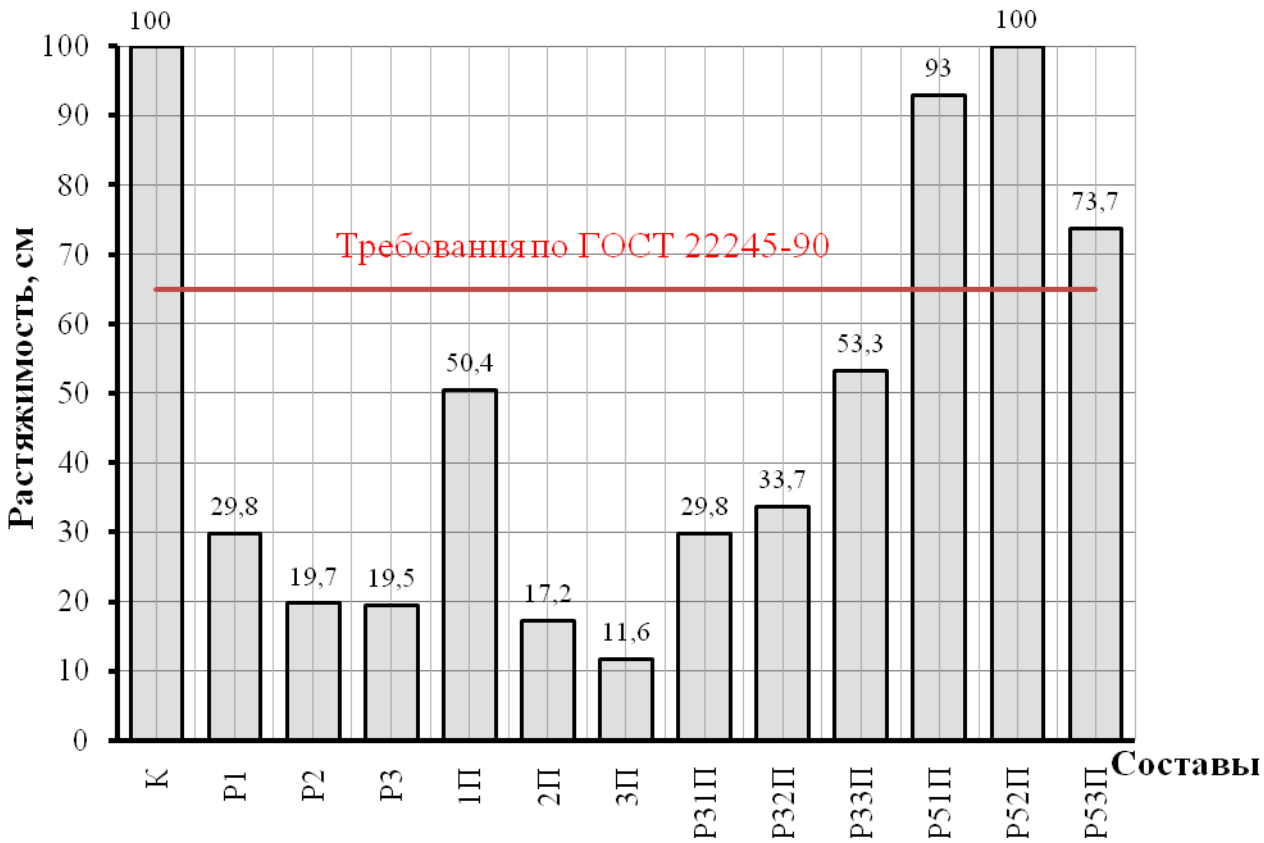


Рисунок 1 – Результаты испытания органического вяжущего на растяжение при 25 ^{0}С с введением различных добавок

Опыты проводились на битуме БНД 90/130, для которого, согласно ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия», растяжимость должна превышать 65 см. Как видно из рисунка 1 этому условию не удовлетворяют ни органические, ни полимерные добавки по отдельности. Комплексные добавки Р31П, Р32П и Р33П тоже не удовлетворяют условию, что говорит о неверно подобранном составе. Комплексные добавки

Р51П, Р52П и Р53П проходят по требованиям нормативных документов по растяжимости при 25 ^{0}С.

Отсюда был сделан вывод, что выдвинутая гипотеза верна и состав органической комплексной добавки подобран верно. Использование органического вяжущего, модифицированного данной добавкой, увеличивает срок службы слоя шероховатой поверхностной обработки; не допускает интенсивного выбиванию каменного заполнителя из-под колёс движущегося тяжёлого транспорта, что способствует сохранению высокого коэффициента сцепления колеса и слоя ШПО на более длительное время и повышает безопасность на дороге. Так как эта добавка позволяет увеличивать адгезию без значительного понижения растяжимости битума, используемого в III и IV дорожно-климатической зоне, то она подходит для использования в климатических условиях Алтайского края. Важным фактором использования данной комплексной добавки является доступность и дешевизна исходных компонентов, получаемых из отходов промышленности, что в наше время очень актуально.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБ ИЗ ПОЛУКОЛЕЦ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Проненко М.М. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Конструирование и расчёт водопропускных труб заключается в обосновании назначения замены существующих круглых водопропускных труб на трубы из полуколец.

Существующие водопропускные трубы находятся в неудовлетворительном состоянии.

Основным фактором формирования поверхностного стока являются условия выпадения и изменения во времени интенсивности дождевых осадков. Воздействие этих факторов должно рассматриваться с учётом метеорологических условий района строительства, требуемой вероятности превышения расчётных дождевых максимумов, времени формирования максимального поверхностного стока, величины уклонов и типов поверхности стекания. Очень трудно учитывается ход дождя во времени, ход снеготаяния или впитывание воды в почву, поэтому теоретический расчёт возможен с некоторыми допущениями. В основе расчёта лежит принцип предельных интенсивностей. Считается расход от ливневых и талых вод.

При производстве работ существующие круглые трубы заменяются на трубы из полуколец, ввиду их большей эффективности.

По конструкции водопропускные трубы из полуколец имеют ряд следующих преимуществ перед круглыми с аналогичной пропускной способностью:

1. Значительно снижают требуемую высоту насыпи над трубами, появляется возможность более свободно маневрировать высотой насыпи при проектировании продольного профиля на автомобильных дорогах;
2. Снижает затраты на 25-40 % и потребность в железобетоне с одновременным сокращением номенклатуры изделий железобетонных заводов более чем на половину;
3. Упрощается способ монтажа оголовков, технология гидроизоляции тела трубы и швов между звеньями, повышается качество насыпи из-за отсутствия труднодоступной для механизмов зоны ниже диаметра;
4. Обладают значительными преимуществами при комплектации, складировании и, особенно, при перевозках из-за меньшей объёмности и возможности полностью использовать грузоподъёмность вагонов, автомобилей и других транспортных средств;
5. Дают возможность использовать с незначительными доработками оснастку и существующую технологию изготовления звеньев труб на заводе;

6. Водопропускные трубы из полуколец имеют лучшие эксплуатационные характеристики при борьбе с возможными наледеобразованиями;

7. Монтаж дорожных труб из полуколец, при необходимости, может быть выполнен и круглого сечения, крепление полуколец выполняется сваркой двух закладных деталей в основании каждого полукольца, при этом для герметизации продольного стыка на основание полукольца наносится тонкий слой цементного раствора.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БИТУМА

Чуб Н.В. – аспирант, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В целях повышения сроков службы дорожных асфальтобетонных покрытий важной задачей является повышение качества дорожных битумных вяжущих. Одним из направлений получения битумных вяжущих повышенного качества и асфальтобетонов повышенной прочности и долговечности является их модификация путем введения различных добавок.

В связи с этим была исследована оценка влияния добавок на основные показатели битума БНД 90/130, осуществлялся сравнительный анализ свойств битума без добавки (контрольный состав – к) и битума, модифицированного различными добавками. Каждая добавка по отдельности вводилась в битум, разогретый до температуры 160ºС, и перемешивалась с битумом в течение 1 минуты для равномерного распределения. Затем осуществлялась оценка свойств битума по основным показателям, приведенным в соответствующих государственных стандартах [1, 2, 3]. На рисунках 1, 2, 3 приведены показатели температуры размягчения, глубины проникания иглы и растяжимости битума при влиянии различных добавок.

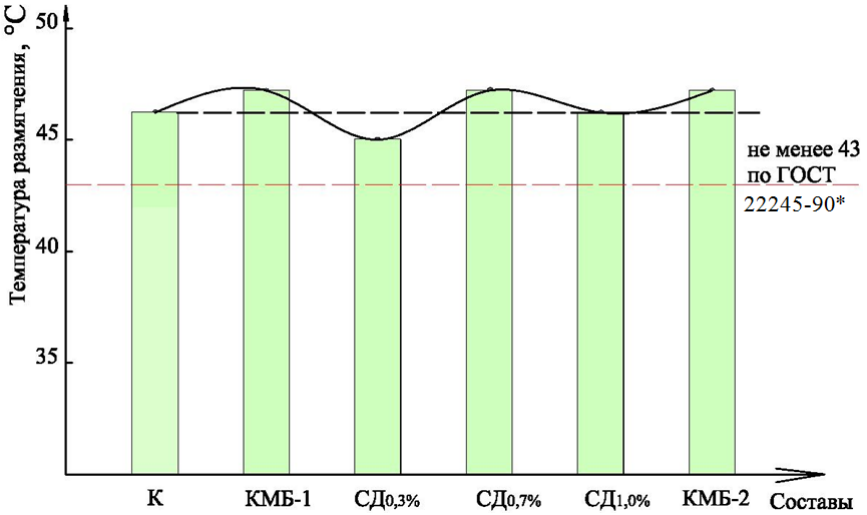


Рисунок 1 - Влияние добавок на температуру размягчения битума

Все составы удовлетворяют стандартным требованиям [4] по температуре размягчения по кольцу и шару. Показатели битума модифицированного добавкой $СД_{0,3}$ уменьшается по сравнению с контрольным составом на 2%, а битум модифицированный добавками КМБ-1, $СД_{0,7}$ и КМБ-2 по температуре размягчения превышают контрольный состав на 2%.

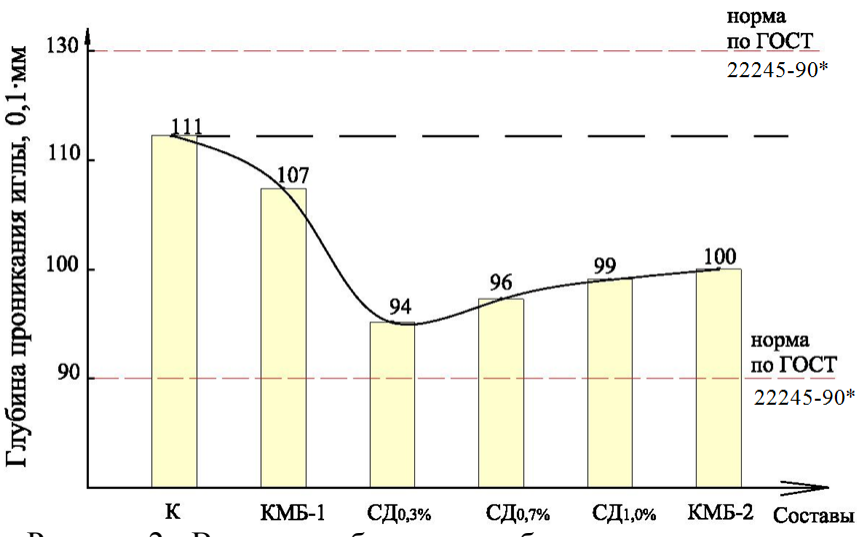


Рисунок 2 - Влияние добавок на глубину проникания иглы

Установлено, что все составы по глубине проникания иглы при 25°С удовлетворяют стандартным требованиям [4]. Показатели битума модифицированного добавкой КМБ-1 и КМБ-2 незначительно снижают глубину проникания иглы, соответственно на 3% и 10%, по сравнению с битумом без добавок, а битум модифицированный полимерными добавками $СД_{0,3}$, $СД_{0,7}$ и $СД_{1,0}$ понижает глубину проникания иглы на 15%, 14% и 11% соответственно, что свидетельствует о повышении вязкости.

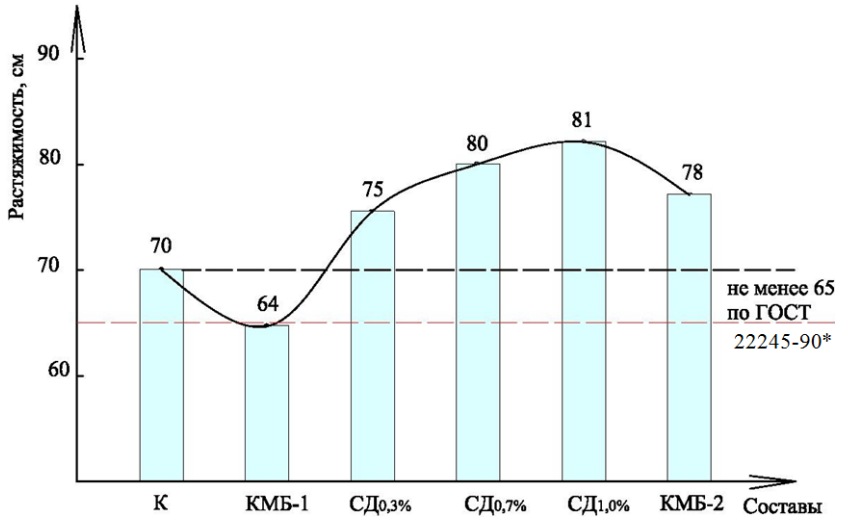


Рисунок 3 - Влияние добавок на растяжимость битума

Результаты показателей свойств битумов при введении добавки КМБ-1 не соответствует стандартным требованиям по растяжимости при 25°С, то есть менее стандартного значения. Наибольшее значение растяжимости показал битум модифицированный полимерной добавкой $СД_{1,0}$, что по сравнению с контрольным составом выше на 14%. Растяжимость битума с добавкой КМБ-2 увеличивается по сравнению с контрольным составом без добавок на 11,5%, что положительно влияет на пластичные свойства асфальтобетона и его трещиностойкость.

Также осуществлялась оценка адгезионной прочности битума на приборе, конструкция которого защищена авторским свидетельством [5], а методика оценки адгезионной прочности запатентована [6]. Результаты испытаний модифицированных различными добавками битумов на сцепление с каменным заполнителем при температурах плюс 20ºС и минус 10ºС приведены на рисунках 4 - 5.

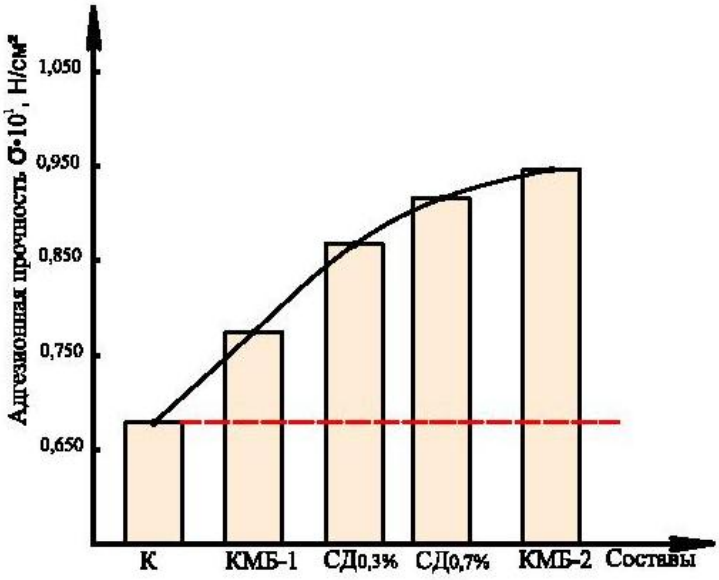


Рисунок 4 - Сцепление битума с каменным заполнителем при температуре плюс 20ºС

Установлено, что комплексный модификатор битума КМБ-2 существенно повышает адгезионные свойства битума при температуре плюс 20ºС, в сравнении с другими добавками при этой температуре, что обусловливает повышение прочности асфальтобетонов. Так, контрольный состав (к) – без добавок имеет сцепление $0{,}675 \cdot 10^1$ Н/см^2, а с добавкой КМБ-2 $0{,}949 \cdot 10^1$ Н/см^2, то есть добавка КМБ-2 позволяет увеличить сцепление в 1,4 раза.

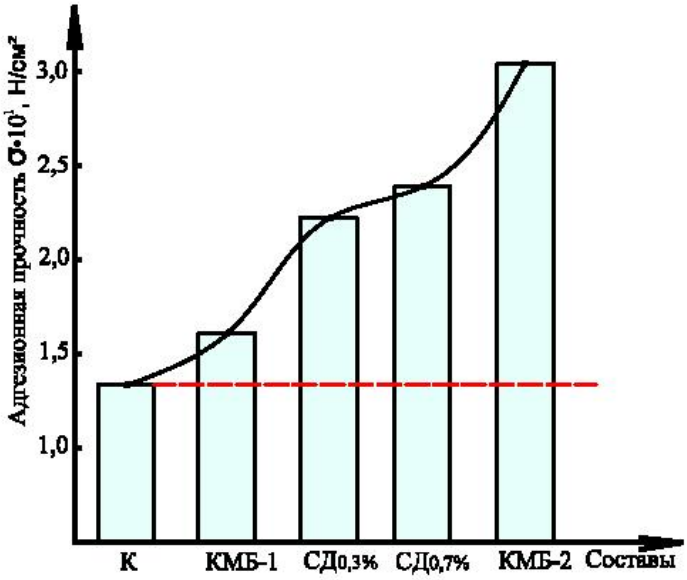


Рисунок 5 - Сцепление битума с каменным заполнителем при температуре минус 10ºС

Анализ результатов исследования степени сцепления битума при температуре минус 10ºС модифицированного добавками с каменными материалами свидетельствует о том, что наименьший показатель сцепления битума с каменными материалами, по сравнению с контрольным составом, показал битум, модифицированный добавкой КМБ-1. Полимерные добавки $СД_{0,3}$ и $СД_{0,7}$ повышают степень сцепления битума с каменными материалами в 1,59 и 1,66 раза соответственно.

Проведенные исследования позволили установить что, разработанная добавка КМБ-2 значительно повышает адгезионные свойства битума. Так, если степень сцепления с каменным материалом битума без добавки при положительной температуре плюс 20ºС составляет $0{,}675 \cdot 10^1$ Н/см^2, то с добавкой КМБ-2 показатель сцепления повышается в 1,4 раза, а при отрицательной температуре – в 2,1 раза. Поэтому в качестве рекомендуемой

добавки для асфальтобетонной смеси предложена комплексная модифицирующая добавка КМБ-2.

Список использованных источников:

1 ГОСТ 11506-73* Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару. / Госстрой СССР – М.:1974

2 ГОСТ 11501-78 Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникновения иглы. / Госстрой СССР – М.:1979

3 ГОСТ 11505-75* Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости. / Госстрой СССР – М.:1976

4 ГОСТ 22245-90* Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия./ Госстрой России – М:1996

5 Меренцова Г.С., Ришес А.В. Авторское свидетельство SU 1065776 А. Прибор для определения силы сцепления битума с камнем в асфальтобетоне

6 Меренцова Г.С., Сучкова Л.И. Патент RU 2121986 С1. Способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью бетона

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА

Чуб Н.В. – аспирант, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время имеется огромное количество разнообразных добавок, модифицирующих битумы и асфальтобетонные смеси, однако эти добавки не всегда обладают комплексом функциональных свойств, приводящих одновременно к прочности и трещиностойкости асфальтобетона. К тому же применение этих добавок ограничено высокой их стоимостью. При разработке нового состава исходили не только с функциональной направленности добавки, но и возможности использования отходов промышленности, что определяет их доступность и невысокую стоимость [1].

В связи с этим была исследована оценка влияния добавок на физико-механические свойства асфальтобетона, осуществлялся сравнительный анализ свойств асфальтобетона без добавки (контрольный состав – к) и асфальтобетона, модифицированного различными добавками. Каждая добавка по отдельности вводилась в битум, разогретый до температуры 160ºС, и перемешивалась с битумом в течение 1 минуты для равномерного распределения. Затем из приготовленной горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа Б II марки были изготовлены стандартные цилиндрические образцы, диаметром 71,4 мм.

Оценка влияния добавок на физико-механические свойства асфальтобетона, модифицированного добавками, проводилась по ГОСТ 12801-98 [2]. Результаты оценки влияния добавок на физико-механические свойства асфальтобетона, модифицированного различными добавками, приведены на рисунках 1, 2, 3.

Данные, приведенные на рисунке 1 показывают, что все составы удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-97 [3] к пределу прочности при сжатии при температуре 20ºС. Предел прочности при сжатии при температуре 20°С должен быть не менее 2,5 МПа. У всех составов предел прочности при сжатии выше контрольного, причем наилучший показатель предела прочности при сжатии при температуре 20°С у состава с добавкой КМБ-1-3,4 МПа, что выше прочности контрольного образца на 1,1%. Добавка КМБ-2, повышает предел прочности при сжатии при температуре 20°С по сравнению с контрольным образцом асфальтобетонной смеси.

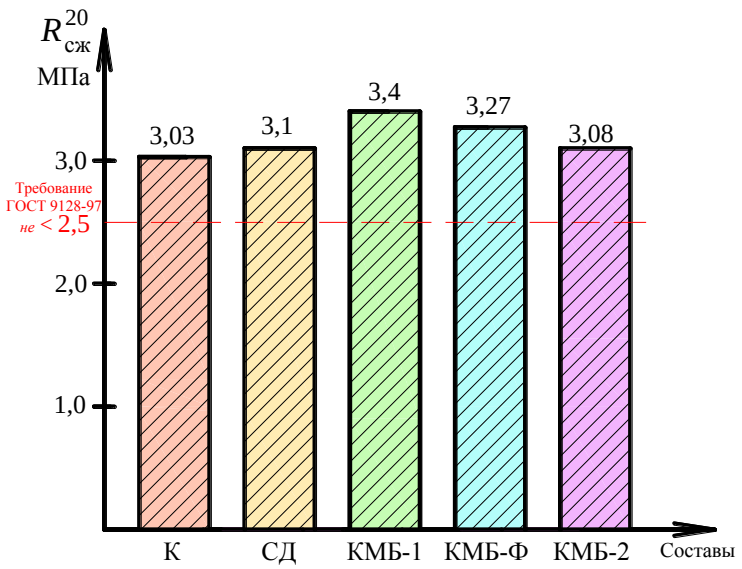


Рисунок 1 – Предел прочности при сжатии при температуре 20°С

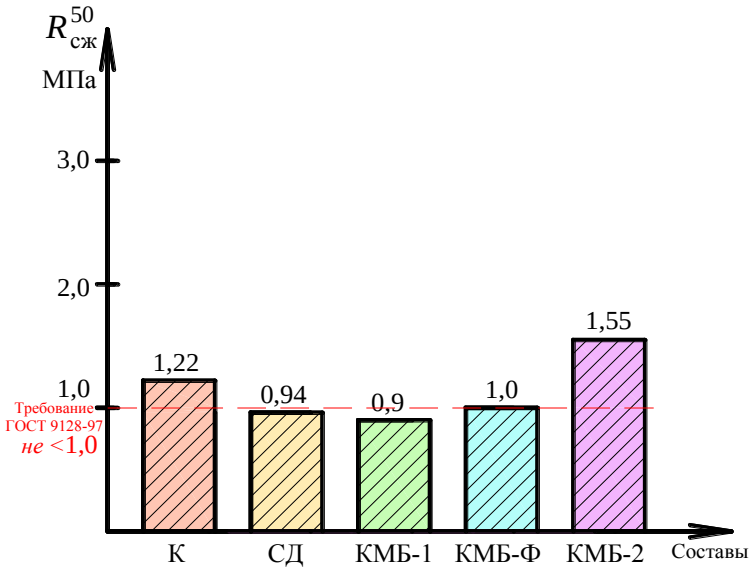


Рисунок 2 – Предел прочности при сжатии при температуре 50°С

Анализ данных на рисунке 2 показывает, что составы с добавкой СД и КМБ-1 не удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-97 [3] к пределу прочности при сжатии при температуре 50ºС. Предел прочности при сжатии при температуре 50°С должен быть не менее 1,0 МПа. Состав с разработанной добавкой-модификатором КМБ-2 имеет наибольший показатель предела прочности при сжатии при температуре 50 ºС и превышает прочность контрольного состава на 12% - 1,55 МПа.

Анализ данных, приведенных на рисунке 3, свидетельствует о том, что составы с добавкой СД и КМБ-Ф, не удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-97[3] к показателю водонасыщения (W). Показатель водонасыщения должен находиться в пределах от 1,5% до 4 %. Наилучший показатель водонасыщения показал состав с добавкой КМБ-1, (W = 3,13 %), что выше контрольного состава на 13%. Состав с КМБ-2 имеет показатель водонасыщения выше нормативных значений, что соответствует предъявляемым стандартным требованиям.

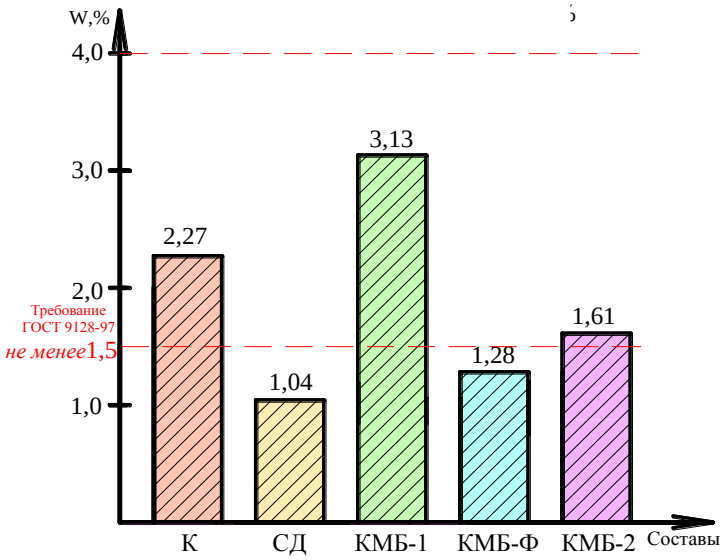


Рисунок 3 – Водонасыщение образцов

Также производилась оценка сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона. Для оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона предварительно приготавливались асфальтобетонные смеси с различными модифицирующими добавками.

Оценка сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона проводилась по разработанной методике.

Результаты испытаний модифицированных составов асфальтобетонных смесей на сцепление заполнителя с растворной частью асфальтобетона приведены на рисунке 4.

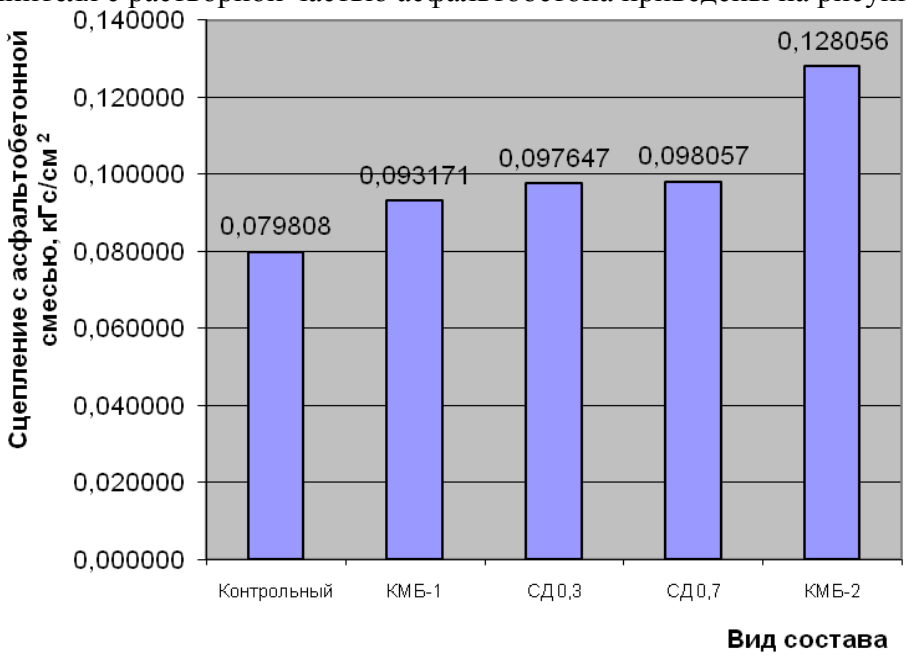


Рисунок 4 - Сцепление заполнителя с растворной частью асфальтобетона

В результате оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона выявлено, что сцепление у состава с добавкой КМБ-2 наибольшая, в отличие от других добавок. Разработанный состав с добавкой КМБ-2 превышает показания сцепления по сравнению с контрольным составом без добавки на 60%.

Для оценки трещиностойкости асфальтобетона было приготовлено две смеси – контрольный состав и асфальтобетонная смесь с комплексным модификатором битума КМБ-2.

Оценка трещиностойкости асфальтобетона с применением модифицированной добавки КМБ-2 и контрольного состава смеси осуществлялась по ГОСТ 12801-98 [2].

Результаты оценки трещиностойкости асфальтобетона без добавки и с применением модифицированной добавки КМБ-2 показывают, что трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе повышается на 6% по сравнению со смесью без добавки за счет введения разработанного комплексного модификатора битума КМБ-2, что в свою очередь увеличивает прочность и трещиностойкость асфальтобетонной смеси.

Таким образом, из серии испытуемых добавок выявлена оптимальная добавка – комплексный модификатор КМБ-2. В результате лабораторных исследований установлено, что введение добавки КМБ-2 улучшает пластичные свойства асфальтобетона, повышает его прочность при сжатии (особенно при температуре 50ºС), а также трещиностойкость и значительно повышает адгезионную прочность битума.

Список использованных источников:

1 НАУКА – АЛТАЙСКОМУ КРАЮ, 2009 год: Сборник научных статей по результатам научно-исследовательских работ, выполненных за счёт средств краевого бюджета. Выпуск 3. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2009. – 354с.

2 ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытания / Госстрой России – М:1998

3 ГОСТ 9128-97 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. М.: Госстрой России, 1998

ПРИМЕНЕНИЕ ХОЛОДНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Дорофеев И.С. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Автодорога имеет определенный срок службы. Она подвергается воздействиям и транспорта, и климата. В этом инженерном сооружении самым незащищенным элементом является собственно асфальтобетонное покрытие. Износ и старение дорожных одежд накладываются на не очень высокое изначально качество выполнения отдельных дорожно-строительных работ. Со временем возникают деформации и разрушения: шелушение, коробление, выкрашивание, трещины и сколы, выбоины, ямы, и прочие неровности, в основном, по причинам недоуплотнения.

Разработчиками прогрессивной технологии приготовления холодной асфальтобетонной смеси «Мультигрейд» с использованием модифицированного битума является американская компания «VP Technologies». Использование холодной смеси Мультигрейд позволяет производить ямочный ремонт при температуре до минус 15^0С. Преимущества ямочной смеси Мультигрейд состоит в том, что благодаря своей пластичности она прекрасно стоит в течение многих месяцев, даже если ремонт производился в холодную или сырую погоду. Толстая пленка вяжущего превосходно связывает зерна щебня. Ямочную смесь готовят осенью. Смесь можно складировать в отвале и хранить под открытым небом. Смесь хорошо берется погрузчиком в зимнее время. Укладка производится вручную, а уплотнение обычной виброплитой. Движение можно открывать немедленно после укладки. В России холодные ямочные смеси Мультгрейд применяются с 2004 г.

Для приготовления смеси «Мультигрейд» применяют битум модифицированный добавкой МАК порошка. Именно этот модификатор придает битуму пластичность и снижает хрупкость при понижении температуры.

Изменение структуры битума происходит в результате введения порошка МАК. При этом по своим реологическим свойствам битум становится гелем с выраженными тиксотропными свойствами.

Молекула модификатора МАК состоит из полярной головы и неполярного хвоста. Голова молекул совместима с другими полярными элементами, а хвост совместим с битумом. При создании определенной концентрации молекул МАКа в битуме, начинается их взаимодействие. Головы притягиваются друг к другу, а хвосты отталкиваются. В результате образуются так называемые мицеллы, или нити, которые собственно и придают битуму свойства желе (рисунок 1).

Рисунок 1 – Молекула модификации МАК.

Путем введения МАК порошка в битум можно поднимать температуру КИШ до требуемой величины. Таким образом, можно расширить температурный диапазон работы битума. При низких температурах битум ведет себя как пластичный, а при высоких как упругий. Снижается зависимость вязкости битума от температуры. Гелеобразный битум образует толстую пленку битума на зернах щебня (в 20-30 толще, чем обычный битум), которая не стекает с зерен щебня. Существенно замедляются процессы старения битума. МАК-битум позволяет создавать высокощебенистые смеси и при этом добиваться требуемого содержания вяжущего. МАК-битум позволяет создавать каменный «скелет» - толстая пленка вяжущего прочно связывает крупные частицы камня, которые опираются друг на друга.

Для приготовления 1кг (1000г) вяжущего продукта СМ-150 типового состава (17,5% разжижителя по весу в 100%) навеска вязкого дорожного битума составит 825 г, навеска разжижителя – 175 г. Навеска МАК-порошка составит 2,25% по отношению к вяжущему (сверх 100%) или 22,5 г, навеска адгезионной присадки 5-10г в зависимости от ее марки и эффективности (0,5-1% сверх 100%).

Приготовленная навеска дорожного битума 825 г разогревается до температуры 120-145^{0}С. После достижение требуемой температуры осторожно добавить 100 г дизельного топлива и тщательно перемешать. Полученный после добавления солярки в вязкий битум *жидкий битум* (смесь вязкого битума и солярки) подвергается дальнейшему нагреву до рекомендуемой температуры реакции с МАК-порощком 160-165^{0}С. Время реакции отсчитывается с момента достижения температурой жидкого битума с добавленным МАК-порошком 160-165С. Общее время реакции МАК-порошка может составлять 45-60 минут в зависимости от реализующейся температуры в емкости. Через 40 минут после начала перемешивания при температуре 160^{0}С или чуть ниже следует добавить вторую порцию солярки (в данном случае 35г) и адгезионную присадку в количестве, рекомендованном заводом-изготовителем для варианта применения в горячих смесях, обычно от 0,5% – до 1% (10 г).

Битумные вяжущие типа «Мультигрейд» представляют собой модифицированные битумы для приготовления холодных асфальтобетонных смесей:

- битум с измененной структурой ведет себя при низких температурах как пластичный и как упругий при высоких;
- битум с измененной структурой образует более толстые пленки на поверхности камня и не стекает;
- крупные частицы камня, прочно связанные толстой пленкой битума, образуют жесткий скелет;
- увеличение толщины пленки битума означает замедленное его старения.

В июле-августе 2005 г. строительной компанией «Фэцит» (Новосибирск), при техническом содействии компаний «Heritage Group» и «International Technology Group», США, был осуществлен экспериментальный проект по строительству опытного участка дороги Новосибирск - Ленинск-Кузнецкий на границе Новосибирской и Кемеровской областей из холодной асфальтобетонной смеси мультигрейд. До ремонта участок находился в аварийном состоянии, практически непригодном для движения автотранспорта. Одним из определяющих факторов при выборе технологии ремонта была удаленность участка – около 100 км от ближайшего асфальтобетонного завода. Длина участка составляла 800 м. Строительство опытного участка было завершено в августе 2005 г. После этого участок находился под пристальным наблюдением как заказчика, так и исполнителя проекта. В зимнее время температура воздуха опускалась до минус 46^0С. Такая температура даже в суровых сибирских условиях считается рекордно холодной. Наблюдение за этим участком не прекращалось даже при этих экстремальных условиях. Сколько-нибудь значительное трещинообразование отсутствовало. Последние наблюдения участка относятся к маю 2006 года. Состояние покрытия можно назвать безупречным.

В КГУ «Алтайавтодор» в настоящее время применяются холодные складируемые органоминеральные смеси для ямочного ремонта. Существует три типа таких смесей в зависимости от крупности минерального заполнителя: СХО-10, СХО-П-10, СХО-15, СХО-П-15, СХО-20, СХО-П-20. В качестве вяжущего материала для приготовления таких смесей используется смесь жидкого или вязкого разжиженного битума с адгезионной присадкой и стабилизирующими гелеобразующими добавками, взятыми в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии. Технология ремонта асфальтобетонных покрытий с применением этих смесей позволяет проводить ямочный ремонт в сухую погоду при среднесуточной температуре воздуха до -10^0С. На кафедре «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» Алтайского государственного технического университета в настоящее время разработана технологическая карта на производство ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий для условий Алтайского края с применением холодных органоминеральных смесей, что позволило реализовать разработанную технологию ремонта асфальтобетонных покрытий.

УКРЕПЛЕНИЕ ЩЕБЕНОЧНЫХ ОСНОВАНИЙ ЦЕМЕНТОВОДНОЙ СУСПЕНЗИЕЙ

Дмитриева А.В. – студент, Стрельников Д.Ю. - студент, Макаров А.С. – студент,
Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время строят более 90% дорог с асфальтобетонными покрытиям с неукрепленным щебеночными основаниями. По данным кафедры САДиА АлтГТУ им. И.И.Ползунова, дорожные одежды с такими основаниями разрушаются быстрее установленного срока службы.

Нехватка в дорожно-строительных организациях машин для смешивания материалов на дороге или в установке сдерживает увеличение объема строительства укрепленных оснований.

Разработанная технология пропитки щебеночных оснований золоцементопесчаной смесью при общем положительном эффекте повышения жесткости позволяют достичь с использованием кулачковского катка глубины пропитки слоя не более 15 см, а с использованием пневмо – и виброкатков не более 7 см.

Для лабораторных исследований были применены следующие материалы.

Щебеночная смесь С7 имеющая зерновой состав приведенный в таблице 1.

Таблица 1

Номер смеси	Наибольший размер зерен (Д)	Полный остаток на ситах размером, мм									
		120	80	40	20	10	5	2,5	0,63	0,16	0,05
Смеси для оснований (с непрерывными гранулометрией)											
С7	20	-	-	0-5	0-20	20-40	40-60	55-70	75-85	90-95	95-100

В качестве вяжущих компонентов использовался портландцемент марки 400 Чернореченского цементного завода и зола - уноса от сжигания бурых углей Канско – Ачинского бассейна физико – механические свойства портландцемента в таблице 2. Применение зол – уноса характеризуется повышенной физико – химической активностью.

Таблица 2

Нормальная густота, %	Сроки схватывания		$R_{сж}$, МПа	$R_и$, МПа	Тонкость помола, % (остаток на сите 0,08)
	начало	конец			
25,5	2 ч 37 мин	5 ч 17 мин	40	5,5	10

Для лабораторного эксперимента использовали воду в соответствии с требованиями ГОСТ 23732-79 определяли среднюю глубину пропитки с точностью до 0,5 см.

На первом этапе исследований определялась глубину проникания суспензии в щебеночный слой в зависимости от зернового состава щебня, плотности щебеночного слоя, водоцементного отношения и количества золы и цемента в составе суспензии.

Наилучшее проникновение золоцементоводные суспензии (ЗЦВС) в неуплотненный щебеночный слой наблюдали при крупном зерновом составе. При водоцементное отношение В/Ц=0,50 суспензия проникала до дна формы. Наименьшую глубину проникания наблюдали при пропитке слоя щебня оптимального зернового состава. Однако проникание на всю толщину слоя щебня оптимального и мелкого зерновых составов имеет место при В/Ц суспензии, равном 0,6 – 0,7.

Влажный щебень оптимального состава имеет более плотную упаковку и обеспечивает минимальный объем межзерновых пустот. Поэтому глубина проникания суспензии наименьшая. Для сухого щебня (W=1,5%) оптимального состава глубина проникания снижается наполовину вследствие поглощения воды щебнем и потери пластичности суспензии. При этом проникание ЦВС до дна формы наблюдается только при В/Ц более 0,6.

Крупный щебень неоптимального состава по сравнению с мелким обладает наибольшей пустотностью слоя имеет луче проникание суспензии, поэтому глубина проникания имеет среднее значение между щебнем крупного и оптимального состава.

Прочность на растяжение при изгибе обработанного щебеночного материала оценивали по прочности при расколе образцов-цилиндров. Исследовано влияние способа уплотнения (вибрационного, статического и комбинированного) на прочность при изгибе. Например, при содержании цемента в ЗЦВС 8% и В/Ц = 0,50 средняя прочность при изгибе материала, уплотненного статическим способом, составила 0,97 МПа, вибрационным — 0,89 МПа, комбинированным — 1,34 МПа.

Введение в ЦВС оптимального количества добавок СДБ и суперпластификатора позволило повысить прочность на изгиб в среднем соответственно на 18 и 35%.

Модуль упругости щебня, обработанного суспензией, определяли в лабораторных условиях при испытании цилиндрических моделей и в натурных условиях на опытных участках в расчетный период послойными испытаниями установкой динамического и погружения.

Сопоставление результатов испытаний показало, что величина модуля упругости по данным лабораторных испытаний в среднем на 60—80% выше, чем при натурных. Меньшая величина модуля упругости, определенная натурными испытаниями, обусловлена влиянием климатических условий, нагрузок от транспорта и пространственной неоднородностью укрепленного щебеночного слоя. Эта величина принята за расчетное значение модуля упругости щебня, укрепленного ЗЦВС.

Решаются вопросы по производственной обработки на опытных участках автомобильных дорог. Суспензию готовили в растворосмесителе. Для проверки глубины проникания ЦВС проводили контрольный розлив. Транспортировали и разливали суспензию из смонтированного на прицепе к автомобилю ЗИЛ-ММЗ-555 резервуара с навесным распределителем. Во избежание седиментации частиц цемента суспензию перемешивали внутри резервуара. После розлива основание уплотняли пневмокатком за 10—12 проходов по одному следу. Через день после устройства основания на опытном участке было уложено асфальтобетонное покрытие.

Проведенные лабораторные испытания по данной технологии, позволили сформировать машину для розлива целесообразно использовать суспензии и рекомендовать для использования серийно выпускаемый авторастворовоз СБ-89Б на шасси автомобиля. Могут быть использованы также автобетоносмесители, смонтированные на шасси автомобиля КамАЗ-5511 и дополненный навесным распределителем для розлива ЗЦВС на регулируемую ширину.

Применение на дорогах способа пропитки щебеночных материалов цементоводной суспензией позволит повысить жесткость щебеночных оснований и увеличить срок службы асфальтобетонных покрытий и снизить потребность в щебне на 20 - 25 % за счет уменьшения толщины слоя.

БИТУМЫ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ - ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ УЛУЧШЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Нелюбин П.Н. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Повышение качества дорожных битумов является одной из приоритетных задач в области увеличения долговечности дорожных конструкций и продления их межремонтных сроков. Свойства асфальта- и асфальтополимербетонов как систем с коагуляционной структурной определяются главным образом качеством битумных вяжущих.

Битумы модифицированные добавками на основе полимеров намного лучше сопротивляются старению, образованию трещин на дорожном покрытии. Важнейшими свойствами асфальтобетона является прочность и долговечность, на которые оказывают влияние органические вяжущие.

Качество битума определяется комплексом показателей:

Свидетельством прочностной природы пенетрации служит прямолинейная зависимость между пенетрацией и когезией, которая распространяется как на чистые битумы, так и на эти же битумы, модифицированные 3% полимера СБС.Для повышения прочности асфальтобетона чаще всего используются «Амдор-9» и «Дорос-АП». В то же время на отечественном рынке успешно применяется и шведская адгезионная добавка Wetfix - BE на основе полиаминов. Все эти добавки позволяют обеспечивать хорошее сцепление битума с поверхностью любых минеральных материалов как кислых, так и основных пород, что способствует повышению физико-механических свойств асфальтобетонных материалов, следовательно прочности.

Температуру размягчения битумов (Тр) традиционно используют для прогнозирования устойчивости асфальтобетона против образования на покрытии пластических деформацией, она может быть объективной только в том случае, когда глубина проникания иглы, измеренная при этой температуре, равна 800х0.1 мм, т.е когда $T_p = T_{800}$. Анализируя статью С.В. Полякова «О состоянии вопроса качества органических вяжущих» следует, что добавка «Амдор-9» в оптимальном для адгезионных свойств битума количестве несколько повышает значения пенетрации битума, Wetfix BE несколько ее снижает. На температуру размягчения незначительно влияет только добавка «Дорос-АП».

На долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий в значительной степени определяется структурно-механическими свойствами битума, которые должны обеспечивать прочное сцепление с поверхностью минеральных материалов. Это способствует увеличению водо-, трещино- и морозостойкости асфальтобетона Часто дорожные битумы не обеспечивают такого сцепления, особенно с кислыми материалами типа гранита.

Поэтому для улучшения смачивания и адгезии битума к поверхности минерального материала применяются различные адгезионные добавки (ПАВ), различающиеся своим химическим составом и механизмом взаимодействия с твердой поверхностью минерального материала.

Одним из основных условий применения адгезионных ПАВ является улучшение смачиваемости минерального материала битумным вяжущим и увеличением сцепления битума с минеральным материалом. Воздействие этих добавок на адгезионные свойства битума связано с их влиянием на его структуру путем увеличения в составе активных полярных групп. Для обеспечения этого условия в случае использования в асфальтобетонных смесях минеральных материалов различных пород (основнью и кислые) требуются различные специальные добавки, для чего применяются ПАВ различного типа.

По результатам испытаний определены оптимальное количество ПАВ, добавляемое в битум для улучшения его сцепления с каменным материалом обоих типов:

- «Дорос-АП»- 0,54% от массы битума как для гранитного, так и для диоритового щебня;
- «Амдор-9» - 0,40% от массы битума как для гранитного, так и для диоритового щебня;
- Wetfix BE - 0,15% для гранитного и 0,23 (в среднем) для диоритового щебня.

Таким образом расход добавки Wetfix BE для получения хорошего сцепления со щебнем почти в два раза меньше, чем «Амдор-9» и «Дорос- АП».

Битумы модифицированные добавками на основе полимеров чаще всего применяются при устройстве дорожного полотна дорог высших категорий.

На кафедре Строительства Автомобильных дорог и Аэродромов Алтайского Государственного Технического Университета имени И.И. Ползунова проводятся исследования по повышению адгезионных свойств битумов с составной частью асфальтобетонов. Выявлены пути модификации битумов с применением этих добавок, а именно: комплексные органические добавки и органо-минеральные(КМА), применение которых позволило повысить прочность и трещиностойкость асфальтобетонных покрытий.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРМОГРУНТОВЫХ ПОДПОРНЫХ СТЕН

Бритвина М.А. – студент, Строганов Е.В. – старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время при проектировании ландшафтного дизайна находят широкое применение подпорные стены, возводимые по различным технологиям. Помимо практической функции поддержки грунта подпорные стены решают множество дизайнерских проблем. С их помощью возможно выравнивание частей поверхности территории, так называемое террасирование (выравнивание горизонтальных уступов, укрепленных подпорными стенками с последующим использованием их для размещения различных ландшафтных элементов сада). Данное проектное решение помогает защитить почву от эрозии, а подпорные стенки предотвращают её размывание.

Подпорные стенки являются быстровозводимыми конструкциями, что позволяет увеличить скорость выполнения работ.

Наиболее часто для возведения подпорных стен применяют различные породы натурального камня или других материалов, в зависимости от технологии. В качестве природного камня могут быть использованы: известняки, песчаники различных месторождений, гранитные блоки, булыжник.

На сегодняшний день существуют различные технология строительства подпорных стенок, так например, наиболее часто для возведения подпорных стен применяют габионные конструкции.

Для устройства подпорных стен съездов с мостов, эстакад, путепроводов, а также низовых и верховых стен на железных и автомобильных дорогах армогрунтовые системы являются наиболее эффективными, надежными, быстро возводимыми и архитектурно привлекательными конструкциями. Армогрунтовые подпорные стены в 2,5 – 3 раза дешевле традиционных железобетонных подпорных стен уголкового профиля. Они так же имеют другие преимущества:

-для их возведения не требуется специальной дорогостоящей техники;

-не требуется время на набор прочности бетона, что может сдержать темпы отсыпки земляного полотна (рисунок 1).

Рисунок 1 – Примеры укрепления откосов насыпи армогрунтовыми подпорными стенками

Одним из ключевых вопросов при выборе типа геосинтетического материала в подпорных конструкциях является его склонность к ползучести. Поскольку в таких конструкциях геосентетические материалы воспринимают в основном статические (постоянно действующие) нагрузки, при выборе геосентетика предпочтение следует отдавать материалам, изготавливаемых из высокомодульного полиэстра – полимера, наименее подверженного ползучести. Материалы из высокомодульного полиэстра служат значительно дольше, чем, например, из полипропилена при одинаковой кратковременной прочности [1].

Особенностями проектирования армогрунтовых подпорных стенок из высокомодульного полиэстра являются: то, что подпорным стенкам, изготовленным с применением потерянной опалубки из стандартных сетчатых элементов, придают г-образную форму, применяя крючки из арматурной проволоки, не позволяющих разгибаться сетчатым элементам при уплатнении грунта обратной засыпки. При этом армогрунтовые подпорные стенки несут вес всей насыпи и всю транстпортную нагрузку, что позволяет существенно сократить объемы работ.

Примером такой конструкции являются армогрунтовые подпорные стенки на подходах к путепроводу через Нефтеюганское шоссе в г.Сургуте на дороге Сургут – Аэропорт (Тюменская область) [2].

Расчет устойчивости откосов насыпей, укрепленных армогрунтовыми подпорными стенками проводят методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения (метод Бимона) и полигональных поверхностей скольжения (метод Янбу) при соответствующих транспортных нагрузках.

Применение армогрунтовых стен целесообразно для увеличения крутизны откосов и сокращения объемов работ, при этом эффективность их возрастанием высоты. Податливости стен за счет деформативности грунта компенсирует температурные и усадочные напряжения.

Список использованных источников

1. http://www.stroyplan.ru/docs.php?showitem=51535#i75299
2. http://lawrussia.ru/bigtexts/law_2619/page6.htm

ДОБАВКИ, УЛУЧШАЮЩИЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Атаманова Т.Г. - старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Надежность асфальтобетонных покрытий определяется комплексом показателей его физико-механических свойств. Целый ряд характеристик асфальтобетонных покрытий, влияющих на их эксплуатационную надежность и долговечность закладываются еще на стадии приготовления и укладки смесей.

Проблема долговечности асфальтобетонных покрытий носит комплексный характер, включающий влияние различных факторов структуры асфальтобетона, его выносливости при действии знакопеременных растягивающих и сжимающих напряжений от движущегося транспорта и температурных перепадов окружающей среды.

Повышение надежности и долговечности асфальтобетонных покрытий обусловливается направленным регулированием технологических свойств асфальтобетонных смесей, при котором достигается оптимальная упаковка минеральных частиц, имеющих рациональную крупность, в том числе частиц дисперсной фазы. При этом значительное влияние оказывает формирование оптимальной контактной зоны на границе раздела битум – минеральный компонент. Как показали проведенные исследования, эта зона является очагом дефектов при действии механических нагрузок от движущегося транспорта, а также попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания. Для нейтрализации возникновения дефектов в асфальтобетонном покрытии необходимо, с одной стороны, повысить адгезионную прочность крупного заполнителя с органическим вяжущим, с другой – повысить трещиностойкость асфальтобетона. [2]

Асфальтовые материалы должны обладать необходимой трещиностойкостью зимой и теплостойкостью при повышенных летних температурах. Однако они не удовлетворяют предъявленным к ним требованиям, так как температурный интервал работоспособности битумов почти целиком находится в области положительных температур. [2]

Улучшение качества битума в настоящее время проводится путем его модификации каучуками, латексами, полиэтиленом, регенератом резины, зол и др.

Несмотря на рост производства асфальтобетонов большое значение придается использованию отходов местной промышленности, позволяющих повысить эксплуатационные качества битума и снизить его расход и себестоимость производства.

При работе используются следующие отходы промышленности : резиновая крошка, резино-тканевая крошка, подвулканизированная латексная смесь и ее выпрессовки. [1]

При исследовании изучалось влияние количество вводимой в асфальтобетонную смесь резиновой крошки по количеству и размерам частиц на трещиностойкость асфальтобетона. Установлено, что применение резиновой крошки в асфальтобетоне в два раза повышает коэффициент сцепления на мокром покрытии. На сухом покрытии существенных изменений нет. При использовании резиновой крошки от 0 до 1.0 мм трещиностойкость возрастает на 25 процентов. С уменьшением размера частиц трещиностойкость увеличивается. Особенно эффективно применение частиц крошки от 0.15 мм и меньше. Частицы меньше 0.08 за время перемешивания распадаются, составляющие модифицируют битум, улучшая его свойства. При небольших размерах частиц крошка распределяется по массе асфальтобетонной смеси более равномерно повышая упругую деформацию при отрицательных температурах. Резиновая крошка обладает органическим сходством с компонентами битума и при их физико-механическом взаимодействии получается новый однородный материал, выгодно отличающийся от исходного. Использование каучуковой крошки также является эффективным направлением при получении вяжущего для асфальтобетона, т.к. совмещение их с битумом не вызывает затруднений. Каучуки при смешивании с битумами создают в них самостоятельную решетку, способную воспринимать механические и температурные деформации композита без растрескивания. Для увеличения прочности битумно-каучуковых материалов прибегают к частичной или полной вулканизации каучука в композиции; при этом каучук сначала набухает в битуме, а затем диффузионно распределяется в нем. Это приводит к снижению хрупкости и повышению теплостойкости материала [4].

К наиболее известным способам модифицирования дорожных битумов относится добавление резиновой крошки в расплав с температурой 160-180 ◦С, при которой происходит девулканизация резины, высвобождение макромолекул каучука и сплавление его с битумом. Крошку получают дроблением старых автопокрышек и других резинотехнических изделий. Количество добавляемой крошки составляет 12-20% от массы расплавленного битума. Добавки резиновой крошки термореактивных полимеров позволяют повысить деформативность и эластичность, снизить шумовой эффект. В результате набухания полимеров в битумной среде возникает вторичная структура, взаимодействующая с битумом через поверхность раздела [4].

Помимо органических, в основном полимерных модификаторов дорожного битума существенную роль в улучшении свойств асфальтобетона играют минеральные модификаторы – цемент, зола ТЭЦ, техническая сера и др. В совокупности с органическими модификаторами они образуют группу дорожных композиционных материалов.

К минеральным модификаторам дорожных битумов относятся, прежде всего, измельченные известняки и доломиты с пределом прочности на сжатие не менее 20,0 МПа, измельченные доменные шлаки и природные асфальтовые породы. По степени измельчения необходимо, чтобы порошок полностью проходил через сито с отверстиями 1,25 мм., при этом содержание частиц мельче 0,071 мм. должно быть не менее 70% по массе, а частиц, мельче 0,315 – не менее 90% [3].

С целью повышения качества асфальтобетонов уже многие годы в различных странах проводятся работы по изысканию модификаторов, улучшающих их эксплуатационные характеристики. Важной особенностью использования присутствующих на рынке модификаторов при изготовлении асфальтобетонных смесей является необходимость предварительного их ввода в битум при высоких температурах и выдержки в течение довольно длительного времени. Это требует установки на заводах дополнительного

оборудования, а также совершенствования системы хранения модифицированного битума для предотвращения расслоения фаз и системы подачи его в узел смешения при изготовлении асфальтобетонной смеси. Кроме того, длительный нагрев битума с резиновой крошкой способствует дополнительному структурированию резиновой составляющей, что отрицательно сказывается на смачивающей способности битума.

Модификация битумов различными добавками позволяет изменить их структуру таким образом, чтобы увеличить интервал пластичности, т.е. температурный интервал, в котором вяжущее сохраняет вязкость, необходимую для обеспечения устойчивости асфальтобетона как к дефектам и разрушениям хрупкого характера типа трещин, выбоин, выкрашиваний, так и к дефектам пластическим, в первую очередь – колеи.

Применение резиновой крошки для модифицирования битумного вяжущего показали перспективность ее применения. Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира. Невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью. За последние года в мире накоплен большой научно-технологический опыт в области переработки и применения отходов шинного производства .

ЛИТЕРАТУРА

1. Горченина Г.И., Михайлов Н.В. Полимербитумные изоляционные материалы. М.Наука 1967-240с.

2. Методические рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий с применением дробленой резины. Балашиха, 1985, 22с. ПреПринт. Союздор НИИ.

3. Меренцова Г. С., д.т.н., профессор Методологические и технологические аспекты повышения надежности и долговечности асфальтобетонных покрытий

4. Рыбьев, И.А. Асфальтовые бетоны: учебное пособие для вузов / И.А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 1969. – 218 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Синицын А.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Дорожные службы всего мира ежегодно выполняют значительные объёмы работ по ликвидации появившихся дефектов и разрушений покрытий автомобильных дорог. Практикой установлено, что поверхность покрытия, нуждающаяся в ямочном ремонте, ежегодно составляет 15-20%. Подобное систематическое ремонтные работы осуществляется различными методами. Главная цель таких работ – обеспечить на эксплуатируемой дороге безопасное движение автотранспорта с соответствующей этой категории дороги скоростью.

В настоящее время совершенствуются технологии для ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий. Проведён анализ как отечественных, так и зарубежных разработок в этой области.

Универсальный модификатор асфальтобетонов "Унирем" представляет собой сыпучий композиционный материал на основе активного порошка дискретно девулканизованной резины, получаемого методом высокотемпературного сдвигового измельчения из несортированных отработанных автопокрышек отечественного и импортного производства.

Проведенные испытания показали, что дорожные покрытия с добавкой "Унирем" относятся к материалам повышенной долговечности и характеризуются повышенной сдвигоустойчивостью; устойчивостью к колееобразованию, повышенной водостойкостью; повышенной устойчивостью к трещинообразованию.

Под термином «намывание мембран» в Нидерландах понимают нанесение жидких смесей, состоящих из тонкогранулированного минерального материала с битумной эмульсией, на разрушенную асфальтобетонную поверхность в виде небольших трещин и выбоин.

При ремонте одиночных трещин и выбоин используют самую простую технологию намывания мембран. На ремонтируемой поверхности распределяется некоторое количество полураспадающейся битумной эмульсии, рассыпается песок, все это легко перемешивается вручную даже простой шваброй и затем сметается в трещину или выбоину.

Работы завершаются посыпанием песком или мелким щебнем отремонтированного участка для предотвращения прилипания смеси к колесам автомобилей. Уплотнения смеси не требуется, формирование защитного слоя осуществляется в результате движения транспортных средств.

При намывании мембран необходимо, чтобы поверхность асфальтобетонного покрытия была чистой и сухой; работы следует производить при температуре воздуха от 5 до 40 °С; движение транспортных средств необходимо начинать примерно через 20 мин после намывания мембраны.

Средний расход материалов при намывании мембран составляет от 4 до 6 кг/м2.

Метод инфракрасного подогрева асфальта позволяет устранять дефекты любой сложности в любую погоду, как летом, так и зимой. За 8-10 мин. мы можем отремонтировать от 0,5 до 5 м2 поверхности автодороги.

Данный метод ремонта разделяют на четыре этапа

1. Установка нагревателя. Устанавливают нагреватель над местом ремонта и одним нажатием кнопки включают.

2. Устранение дефектов покрытия. С помощью граблей разрыхляют разогретую поверхность, добавляют необходимое количество свежего материала, это может быть как холодный, так и горячий асфальтобетон. Всё это с помощью граблей тщательно перемешивают. Для улучшения свойств добавляют пластификатор из расчёта 0,1-0,2 кг. на $1м^2$

3. Уплотнение. Уплотняют выровненную поверхность ручным виброкатком или вибротрамбовкой.

4. Обработка праймером. Для дополнительной защиты от воздействия влаги обрабатывают всю отремонтированную поверхность праймером.

Струйно-инъекционная холодная технология заделки выбоин на дорожных покрытиях с помощью битумной эмульсии является сейчас одной из наиболее передовых и прогрессивных, суть ее состоит в том, что все необходимые операции выполняются рабочим органом одной машины (установки) самоходного или прицепного типа.

Последовательность технологических операций следующая.

1.Удаление пыли. Вычищаем место ремонта, освобождаем от кусков асфальта, щебня, пыли, грязи, илистых отложений.

2.Подгрунтовка. Подгрунтовываем место ремонта битумной эмульсией

3.Заполняем место ремонта мелким щебнем, предварительно обработанным битумной эмульсией в камере смешения машины.

4.Присыпаем необработанным щебнем.

5.Присыпаем смесью минерального порошка с отсевами гранитного щебня

Добавление минерального материала значительно сокращает период распада эмульсии и делает поверхность менее пористой.

6.Уплотнение. Эта операция имеет весьма положительный эффект.

Небольшой опыт в России и более обширная практика его применения, например в США, Англии, Швеции, Финляндии показывают, что фактически крепкую и долговечную заделку выбоины можно обеспечить даже при температуре воздуха до -10...-15°С.

УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ЦЕМЕНТОМ С ДОБАВКОЙ NICOFLOK

Буренкова Н.В. - студент, Сизиков В.В. – студент, Хребто А.О. - ассисент,
Меренцова Г.С., д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Актуальность использования укрепленных грунтов в настоящее время обусловлена увеличивающимися объемами строительства автомобильных дорог, в том числе в восточной части страны, и дефицитом (высокой стоимостью) каменных материалов. Большая часть территории России лишена каменных материалов, и дорожное строительство в ее пределах базируется на применении каменных материалов, доставляемых из горных частей страны или зарубежья (Украины) на расстояние до 400-500 км. Значительные затраты на транспортирование материалов вызывают увеличение общей стоимости строительства автомобильных дорог. Поэтому на этих территориях для устройства дорожных одежд целесообразно применять местные материалы, укрепленные различными вяжущими. [1].

Мировой опыт строительства автомобильных дорог свидетельствует, что для улучшения свойств грунтов укрепленных цементом эффективно применение различного рода полимерных добавок. При этом достигается более высокая прочность смеси на сжатие, растяжение при изгибе, повышается морозостойкость и водоустойчивость [2].

В данной работе рассматривается технологические особенности укрепления грунтов с использованием цемента в качестве неорганического вяжущего и полимерно-минеральной композиции NICOFLOK.

Устройство конструкции дорожных одежд с применением полимер-цемент-грунтовых смесей (далее по тексту ПЦГС) образуемых полимерно-минеральной композицией на основе редиспергируемых полимерных порошков и минеральных наполнителей NICOFLOK состоит из нескольких основных технологических операций:

– профилирование и доуплотнение слоя, на который производится укладка смеси;
– приготовление смеси грунта с вяжущими и транспортирование ее к месту укладки;
– распределение, укладку и предварительное уплотнение смеси;
– окончательное уплотнение смеси;
– чистовое профилирование слоя основания;
– уход за устроенным основанием.

Для производства ПЦГС возможно использовать различные грунтосмесительные установки, которые устанавливаются непосредственно в карьерах.

Современные мобильные смесительные установки представляют собой комплект оборудования, включающий:

– агрегат питания грунта с дозатором грунта;
– подающий транспортер;
– агрегат дозирования и хранения порошкообразных вяжущих и добавок;
– смеситель непрерывного действия с бункером готовой смеси;
– кабину управления.

Комплект оборудования может работать в автоматическом и дистанционном режимах управления.

Правильный выбор грунтосмесительной установки значительно сказывается на качестве приготовленной ПЦГС. Карьерная грунтосмесительная установка ДС-50Б обеспечивает приготовление непрерывным способом высококачественных цементогрунтовых смесей с высокой степенью перемешивания исходных материалов и высокой степенью автоматического дозирования и контроля непосредственно в карьере.

Средняя техническая производительность установки - 200-240 т/ч смеси.

Затворение смесей производится путем введения в смеситель воды или водных растворов химических веществ, расход которых устанавливается с учетом естественной влажности укрепляемых грунтов. Общее содержание воды должно соответствовать оптимальной влажности смеси.

Дозирование минеральной добавки производится дозаторами для порошкообразных или сыпучих материалов; количество добавки устанавливается при подборе состава смеси.

Процесс приготовления смеси в установке включает параллельное выполнение нескольких операций, в том числе:

– дозирование компонентов (грунтов, вяжущих материалов, воды, водных растворов химических добавок) и минеральных добавок;

– подачу отдозированных материалов в смеситель;

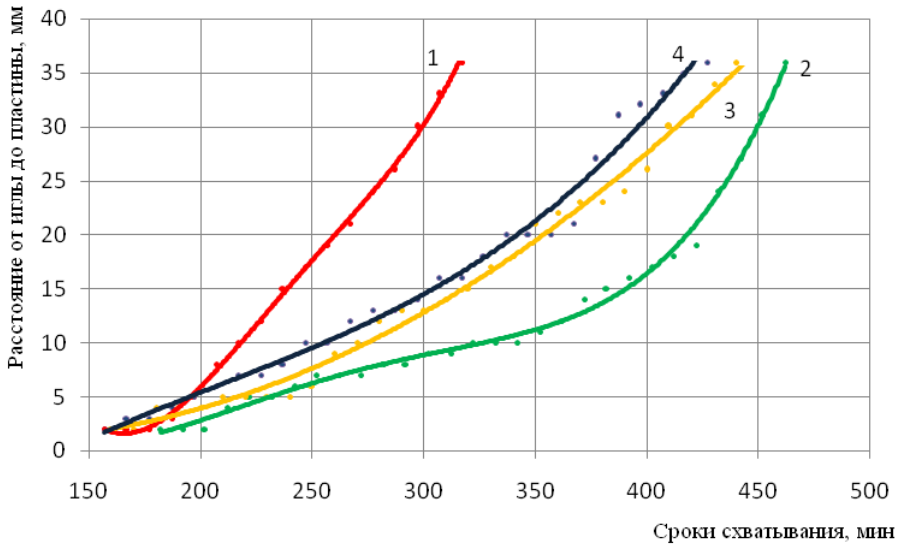
– перемешивание компонентов;

– погрузку смесей в транспортные средства.

Смесь из ПЦС грунтов транспортируют автомобилями-самосвалами или другими автотранспортными средствами, обеспечивающими разгрузку смеси в бункер укладчика или профилировщика.

Технологический разрыв во времени между приготовлением и уплотнением полимерцементогрунтовой смеси ограничивается сроком начала схватывания смеси, продолжительность которого должна быть не более 3÷4 часов[2].

Проведенные исследования показывают, что введение добавки несколько увеличивает сроки схватывания вяжущего, как видно из диаграммы (рисунок 1), что позволяет получить дополнительное время на укладку смеси.



1- без добавки; 2 – с 6% Nicoflok; 3 - с 8% Nicoflok; 4 - с 10% Nicoflok

Рисунок 1– Влияние содержания добавки Nicoflok на сроки схватывания

Укладку, разравнивание и профилирование смесей, приготовленных в установке, производят преимущественно укладочно-профилирующими машинами:

– на всю ширину слоя - рабочими органами профилировщика на гусеничном ходу типа ДС-97 (ДС-108) или рельсового профилировщика типа ДС-502Б

– асфальтоукладчиками и щебнеукладчиками с рабочими органами повышенной износостойкости.

При строительстве оснований автомобильных дорог III-V категорий из укрепленных грунтов допускается производить разравнивание и профилирование смесей автогрейдерами, преимущественно оснащенными автоматическими системами управления.

Для повышения плотности и ровности предварительное (начальное) уплотнение уложенных слоев следует осуществлять плоскостными виброорганами навесного типа

(виброплитами или вибробрусьями) к укладочно-профилирующим машинам в однопроходном режиме. Рабочая скорость перемещения укладочно-профилирующих машин при разравнивании, профилировании и предварительном уплотнении смесей должна быть не более (1-2) м/мин.

Уплотнение смеси начинается от краевых полос с увеличением веса катков по мере уплотнения смеси, с целью предотвращения образования «волны» впереди катков.

Окончательное уплотнение производится самоходными катками на пневматических шинах с гладким протектором типа ДУ-65 или ДУ-100 за 8-10 проходов или вибропневмокатками типа ДУ-99 за 4-6 проходов по одному следу. Каждый последующий проход катка должен перекрывать полосу предыдущего не менее чем на 20 см.

Уход состоит в обеспечении твердения материала при благоприятном термовлажностном режиме, нарезке деформационных швов и их заделке для предотвращения попадания атмосферных и поверхностных вод в дорожную конструкцию при ее эксплуатации.

Нарезка деформационных швов производиться с целью предотвращения образования неконтролируемых усадочных трещин. Направление и форма трещин непредсказуема, в силу чего их следует провоцировать.

Швы нарезают с шагом, равным ширине слоя, тем самым, создавая плиты, равнопрочные по периметру. Глубина шва может быть от 0,25 до 0,75 толщины слоя. Такого ослабления слоя достаточно для провоцирования усадочной трещины.

После набора 70% прочности проводится герметизацию швов. Герметизирующий материал выбирают любой, отвечающий требованиям ГОСТ 30740-2000 «Материалы, герметизирующие для швов аэродромных покрытий»,

Сроки нарезки не позже 7 суток со дня укладки слоя. После набора 70% прочности проводится герметизация швов.

Обеспечение тепло-влажностного режима набора прочности производится укрытием укатанного слоя материалами, обеспечивающими минимальную потерю влаги ПЦГС до набора прочности (например, Дорнит, мокрый песок и т. д.)[2].

Список использованной литературы

1. Совершенствование теоретических основ укрепления грунтов комплексными вяжущими с целью получения высокопрочных дорожных конструкций / Росдорнии, Союздорнии. - М., 2002.

2. Рекомендации по применению полимерно-минеральной композиции на основе редиспергируемых полимерных порошков и минеральных наполнителей NICOFLOK. Санкт-Петербург, ООО «Никель».

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИ УШИРЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Проненко М.М. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Технология строительства дорог – раздел науки о механических, химических, а также иных способах и процессах обработки материалов и изделий, в результате которых создаются отдельные элементы дороги и дорога в целом. Эти процессы носят название технологических. В состав современной технологии включают технический контроль качества материалов и производственных процессов.

При уширении земляного полотна, чтобы избежать переувлажнения грунта перед началом основных работ, после снятия растительного слоя грунта необходимо обеспечить поверхностный водоотвод на период реконструкции дороги. Для этого производят планировку поверхности и нарезку временных канав автогрейдером с отводом воды в пониженные места.

Уширение насыпей высотой до 2 м, как правило, начинается с засыпки боковых канав или кювет-резервов, из которых была возведена насыпь. Засыпка производится послойно местным грунтом с тщательным уплотнением, до коэффициента уплотнения $К_у = 1$.

В нижней части при небольшой ширине канав грунт уплотняют вибротрамбовками или малогабаритными виброуплотнителями. Несколько реже используют вибромолот.

После окончания засыпки боковых водоотводных канав и оформления акта на скрытые работы приступают к работам по собственно уширению земляного полотна. Важной задачей при этом является обеспечение надёжного сопряжения присыпаемого грунта с грунтом существующего земляного полотна.

Для этого при высоте насыпи до 2 м и крутизне косогоров до 1:5 достаточно разрыхлить грунт на откосах рыхлителем на глубину 0,20-0,25 м.

На более высоких насыпях и косогорах крутизной до 1:3 на откосах бульдозером или автогрейдером нарезают уступы высотой до 0,50 м с уклоном 50 ‰.

В насыпях из песчаных грунтов уклон уступов делают к оси дороги, в глинистых – от оси дороги.

Вначале нарезают нижний уступ, затем вышерасположенный и грунт постепенно перемещают на нижний уступ, распределяя его заданной толщиной слоя, и тщательно равномерно уплотняют.

Уплотнение является одной из важнейших операций при уширении земляного полотна, особенно на уступах. При симметричном уширении насыпей высотой до 2 м с учётом уположения их откосов до 1:3-1:4 ширина досыпаемой полки составляет около 3м, что позволяет разравнивать грунт бульдозером и уплотнять по челночному способу любыми самоходными катками. Толщину уплотняемого слоя принимают из расчёта коэффициента уплотнения не менее плотности грунта реконструируемой насыпи, но не ниже $К_у = 1,0$.

При двухстороннем уширении ширина полосы уширения может составлять до 1 м. В этом случае при высоте насыпи более 2 м по технологическим условиям величину уширения приходится увеличивать на 1,0-1,5 м, чтобы обеспечить возможность работы бульдозера, автогрейдера и уплотняющих машин на уступах и присыпаемых слоях.

Лишний грунт после отсыпки насыпи срезают и используют либо для уположения откосов, либо перемещают на соседний участок уширения.

Большое влияние на прочность земляного полотна и устойчивость откосов насыпей при уширении имеет выбор грунтов для уширения и их расположение в теле земляного полотна.

Опыт реконструкции позволил выработать ряд требований к земляному полотну в местах уширения:

- укладывать новые грунты в насыпь слоями по возможности соблюдая их взаиморасположение и придавая им поперечный уклон в сторону откосов;
- фильтрующие грунты укладывать в верхнюю часть земляного полотна и в откосы, которые больше подвергаются воздействию погодных условий. При укладке фильтрующих грунтов в нижние слои толщину следует принимать не меньше высоты капиллярного поднятия;
- степень уплотнения отсыпаемых слоёв должна быть не меньше, чем существующего земляного полотна;
- крутизну откосов принимать согласно требованиям повышения безопасности движения и категориям дороги;
- если откосы отсыпают из песков, то их необходимо укреплять одновременно с производством земляных работ;
- не рекомендуется применять крупнообломочные горные породы, алевролиты, глинистые сланцы, мергели, оглоенные подзолистые, а также иловатые почвогрунты.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ШЕРОХОВАТО-ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБРАБОТОК АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Перфильев Н.В. – аспирант; Баулин Е.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Дорожные покрытия должны обладать хорошими сцепными качествами, которые позволят обеспечить отсутствие скользкости практически в любых погодных условиях. Важнейшим фактором, в значительной степени определяющим сцепные качества покрытий, является их шероховатость. Одним из наиболее эффективных способов повышения шероховатости покрытий является устройство поверхностной обработки (ШПО). Как правило, долговечность ШПО составляет три года, но нередко срок службы слоя сокращается до 1-2 лет.

Качество и долговечность шероховато-поверхностной обработки зависят от многих факторов: состава и свойств органического вяжущего, а именно: температуры размягчения, температуры хрупкости, растяжимость при 20 ^{0}С и 0 ^{0}С, пенитрации при 20 ^{0}С и 0 ^{0}С, адгезионных свойств и т.д.; истираемости, дробимости и гранулометрического состава минерального наполнителя; соблюдения температур и расходов к материалам при устройстве слоя ШПО; условий эксплуатации и ряда других.

Известно, что применение даже самого хорошего вяжущего не может гарантировать высокое качество слоя в условиях резко-континентального условиях Алтайского края, так как в осенний и весенний период постоянно происходит перепад температур из отрицательных в положительные и обратно, а зимой температура опускается ниже температуры хрупкости органического вяжущего. Всё это является причиной активного выбивания каменного заполнителя из слоя ШПО, что, в свою очередь, приводит к повреждению движущегося транспорта от вылетевшего щебня и понижению коэффициента сцепления дороги и колеса движущегося транспорта. Исходя из выше перечисленного нами был сделан вывод о необходимости улучшения качеств вяжущего путём введения полимеросодержащих комплексных органических добавок.

В условиях постоянного роста интенсивности движения, нагрузок на ось проблема повышения эксплуатационной надежности дорожных битумов применяемых для устройства ШПО в нашей стране приобретает все большую остроту. Следует принимать меры для увеличения срока службы поверхностных обработок.

Все это обусловливает необходимость разработки, внедрения в практику дорожного строительства новых материалов на основе битумов улучшенного качества, способных обеспечивать более высокую прочность, долговечность дорожных покрытий, по сравнению с потенциальными возможностями нефтяных битумов.

Установлено, что экономически эффективными модификаторами свойств нефтяных битумов являются те, которые доступны и недороги. 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 жесткость или ломкость при низких температурах в покрытии;
- химически и физически стабильны и сохраняют присущие им свойства при хранении, переработке, а также в реальных условиях работы в составе дорожного покрытия.

Для определения оптимального варианта модифицированного вяжущего, проведены испытания контрольного состава и семи комплексных органических добавок: Р5, Р51П, Р52П, Р53П, Р54П, Р55П, Р56П.

О сохранности слоя поверхностной обработки судили по результатам испытаний динамическим способом. При помощи этого метода путем динамического ударного воздействия на слой ШПО можно оценить относительную адгезию.

По результатам проведенных испытаний можно сделать следующие выводы:

– наиболее оптимальным является состав Р51П (рисунок 1), который во всех случаях показал наилучшие результаты при всех температурах Добавка повышает адгезионную способность вяжущего и создаёт на его поверхности защитную плёнку, предохраняющую битум от негативного воздействия кислорода воздуха;

– наиболее эффективно добавка повела себя при температуре плюс 5 ^{0}С.

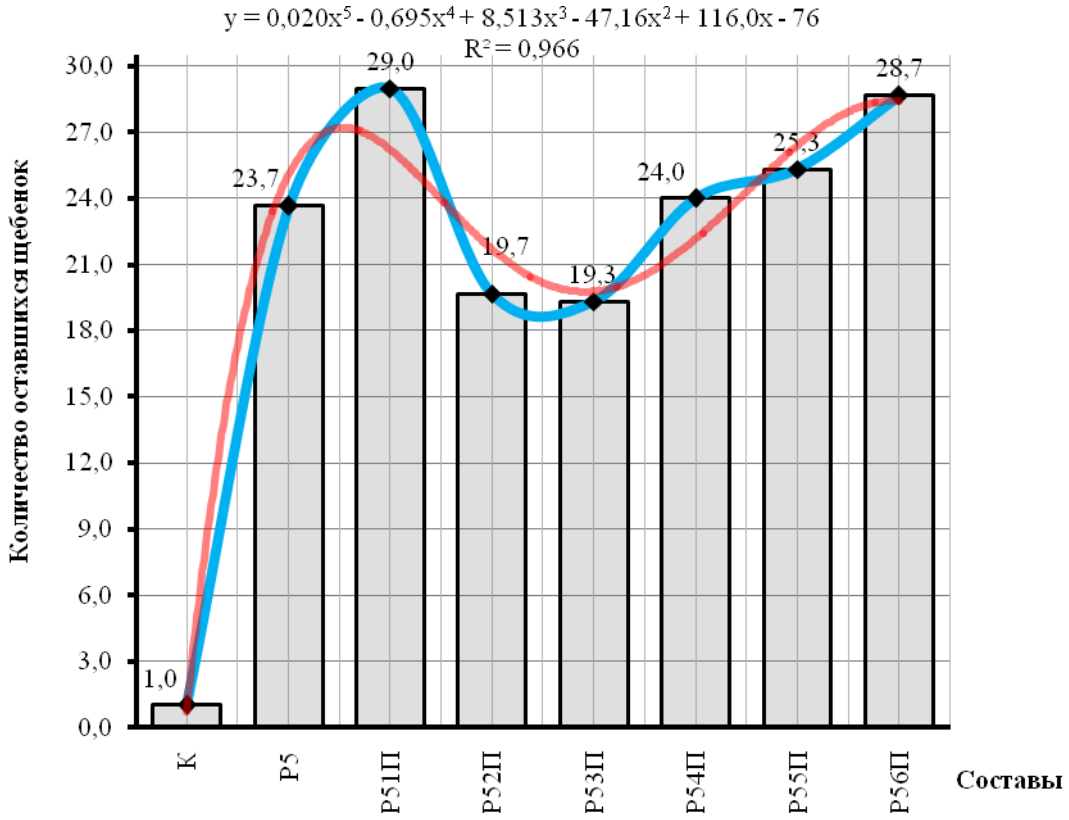


Рисунок 1 – Показатели сцепления битума, модифицированного различными добавками при t=5°С (фр. 10-15 мм, после 3 ударов)

Данная добавка оптимальна для модификации битума, который используется в условия резко-континентального климата Алтайского края, так как при введении добавки Р51П понижается температура хрупкости, что значительно повышает количество оставшегося щебня из слоя шероховатой поверхностной обработки в зимний период эксплуатации дороги. Это видно при сравнении показателей адгезии при разных температурах для контрольного образца вяжущего (рисунок 2) и с введением добавки Р51П (рисунок 3).

Высокие показатели адгезии при температуре плюс 5 ^{0}С также очень сильно влияет на долговечность слоя, так как в весенне-осенний период происходит постоянное понижение температуры до отрицательных значений ночью и оттаивание днём, а среднесуточная температура близка к 0 ^{0}С.

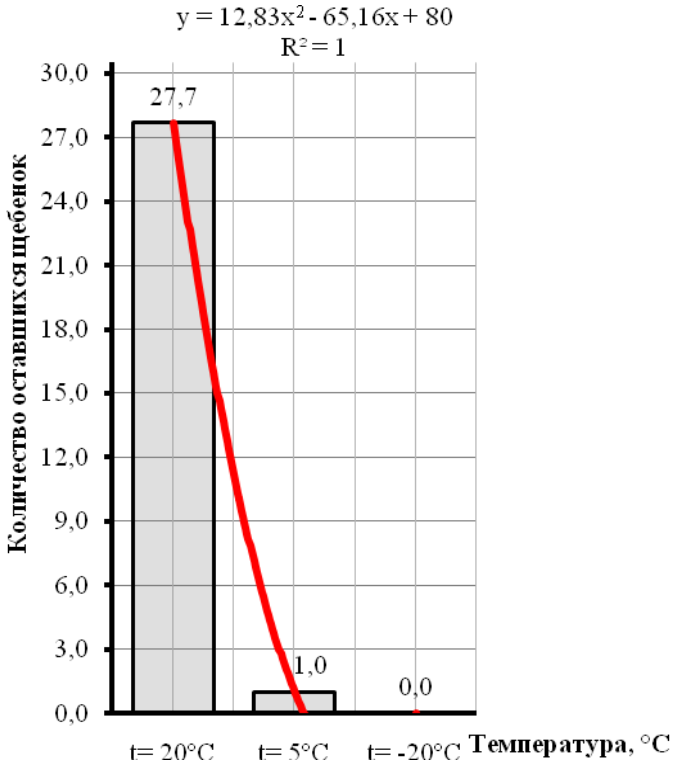


Рисунок 2 – Показатели сцепления контрольного образца битума (фр. 10-15 мм, после 3 ударов)

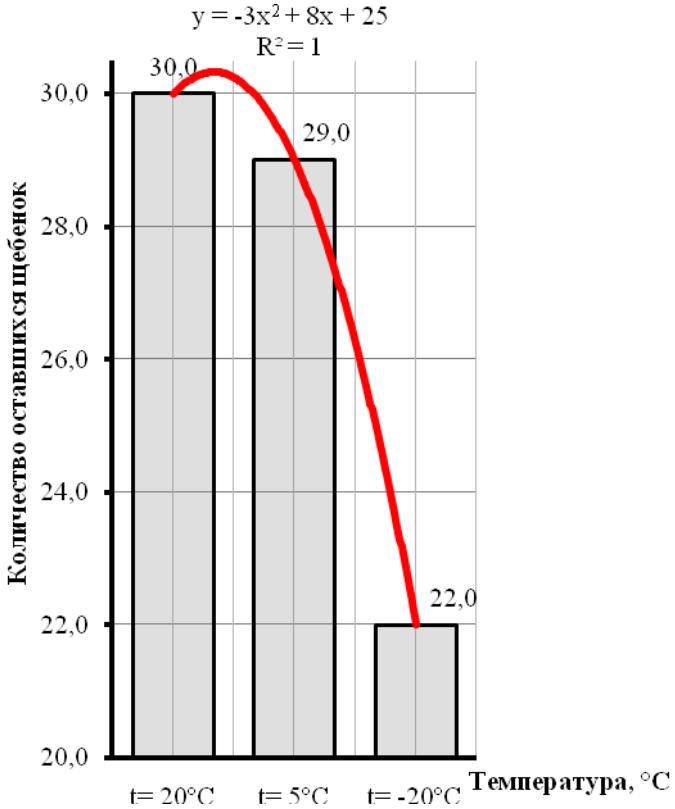


Рисунок 3 – Показатели сцепления битума, модифицированного добавкой Р51П (фр. 10-15 мм, после 3 ударов)

Так же немаловажен факт того, что данная добавка изготовляется из отходов промышленности и доступных во многих регионах Западной Сибири, что делает её экономически выгодной для разных климатических зон.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ТРЕЩИН В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор, Строганов Е.В. – ст.преподаватель, Хребто А.О. – ассистент, Перфильев Н.В. - ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Ремонт трещин в асфальтобетонном покрытии автомобильных дорог является необходимым профилактическим мероприятием, предупреждающим дальнейшее развитие более серьезных разрушений и деформаций.

Комплекс работ по ремонту трещин в асфальтобетонном покрытии автомобильных дорог включает в себя четыре этапа:

- оценка текущего состояния покрытия (обследование покрытия) и определение объемов ремонтных мероприятий;
- выбор технологии и ремонтных материалов;
- проведение работ по ремонту трещин;
- оценка выполненных работ.

На кафедре «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» разработана методика оценки эксплуатационно-технического состояния асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, в которой приведены требования к показателям эксплуатационно-технического состояния асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог общего пользования, описана методика организации работ по оценке эксплуатационно-технического состояния асфальтобетонных покрытий, а также предложен состав работ при инструментальном обследовании автомобильных дорог.

Оценка эксплуатационно-технического состояния асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог производится при визуальных осмотрах. Результаты этого осмотра состояния покрытия используются при планировании видов и объемов работ по приведению их фактического эксплуатационно-технического состояния к нормативным требованиям. Если отклонения фактического эксплуатационно-технического состояния асфальтобетонного покрытия превышает допустимый уровень, то необходимо проводить работы по ремонту, а в случае не превышения допустимого уровня проводятся работы только по содержанию.

Работы по ремонту трещин на асфальтобетонных покрытиях производятся в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 0°С при использовании специальных битумно-полимерных герметиков, предназначенных для герметизации трещин на асфальтобетонных покрытиях, и при температуре воздуха не ниже плюс 5 С при использовании герметиков для заливки швов.

Кроме того, трещины в асфальтобетонных покрытиях могут ремонтироваться заваркой их способом термической обработки при помощи специальных тепловых копий потоком высокотемпературной газовоздушной струи.

Современная технология ремонта трещин в асфальтобетонном покрытии основывается на следующих операциях, аналогичных применяемым при нарезке швов:

- разделка трещин в виде камер прямоугольного сечения;
- очистка и сушка разделанных трещин тепловым копьем;
- заливка разделанных трещин герметизирующими мастиками.

При назначении технологии ремонта трещин необходимо учитывать следующие факторы:

1) Виды трещин с учетом причины их образования;
2) Вид и степень эффективности проведения предыдущих ремонтных мероприятий;
3) Типы трещин, а именно:

- активные (температурные, отраженные и силовые) трещины, обычно поперечные, а также диагональные и продольные, в которых происходят горизонтальные или вертикальные перемещения >2,5мм;
- неактивные (технологические) трещины, продольные перемещения в которых менее 2,5мм.

4) Виды трещин с точки зрения технологии их заделки:
- мелкие, шириной до 5-6мм;
- средние, от 5-6мм до 15мм;
- крупные, более 15мм

5) Уровень разрушения кромок трещин определяют в процентах от длины:
- низкий, 0-25%;
- средний, 26-50%;
- высокий, 51-100%.

6) По частоте (плотности) расположения трещин на покрытии:
- низкая, с шагом более 15м;
- средняя, с шагом 6-15м;
- высокая, с шагом менее 6м.

В отличие от традиционной технологии разделка трещин с образованием камеры, укладкой уплотнительного шнура, позволяет обеспечить сохранность мастики и герметизацию трещины до конца гарантийного срока.

Разделка различных видов трещин приведена на рисунке 1.

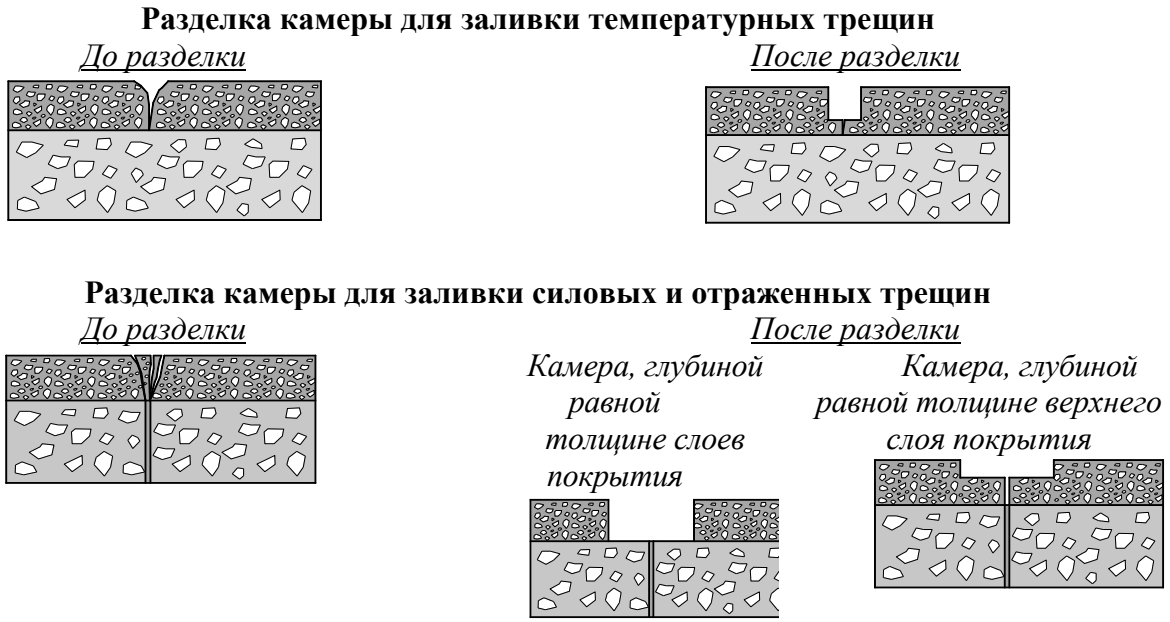


Рисунок 1 – Схема разделки различных видов трещин

Важным технологическим процессом является очистка трещин и грунтовка стенок нарезанных камер, без которых работы по герметизации трещин окажутся не эффективны. Операция по грунтовке должна выполняться с применением специальных грунтовочных составов. Особенно это важно для температурных трещин, которые работают как швы, т.е. изменяют ширину раскрытия под действием температуры.

При применении мастик фирмы «CRAFCO» грунтовку стенок камеры можно не производить.

При недостаточной ширине нарезки камеры, очень велики растягивающие напряжения в мастике. Укладка уплотнительного шнура из пористой резины или другого материала

позволяет уменьшить возникающие растягивающие напряжения в мастике, одновременно обеспечивая существенную экономию мастики.

Геометрические размеры камеры трещины при разделке должны быть обеспечены предварительной настройкой оборудования.

После создания камеры трещины производится очистка от продуктов разрушения асфальтобетона сжатым воздухом с одновременной сушкой и прогревом стенок горячим воздухом. Оплавляющийся на стенках трещин битум обеспечивает дополнительное обеспыливание и создает эффект грунтовки.

Очистка камеры трещины и покрытия может производиться щеточными машинами.

Наиболее благоприятные условия работы герметика являются соотношения глубины заливки к ширине камеры 1:1 или 1:2. Поэтому, при разделке трещины в шов обязательно применение уплотнительного шнура, который выполняет две функции:

- предотвращение чрезмерного расхода герметика;
- основная, это создание условий для работы герметика на изгиб или растяжение. Толщина уплотнительного шнура должна превышать в 1.2 раза максимальное раскрытие паза шва.

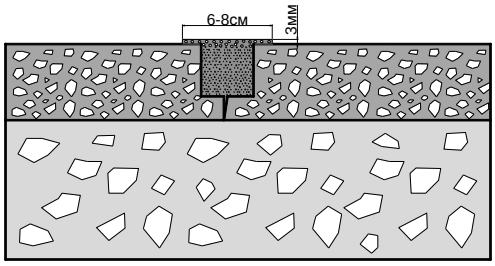
Заливка трещин мастиками производится с использованием плавильно-заливочных котлов, которые обладают наличием системы автоматического контроля разогрева и выдачи мастики; одним видом топлива горелки и приводного двигателя (пропан, или дизельное топливо); электроподогрев шланга и аппликатора.

В случае необходимости повышения сцепления асфальтобетона с герметиками для заливки трещин грунтовка должна наноситься механизированным способом с использованием аппаратов безвоздушного напыления.

Камеру трещины заполняют горячим герметизирующим материалом, нагретым до температуры 160-180°С или его смесью с инертным заполнителем сразу после прогрева горячим воздухом или после высыхания праймера.

Схема герметизации трещин приведена на рисунке 2.

а)



б)

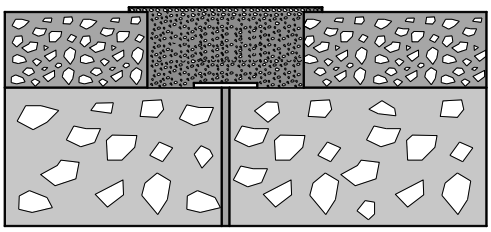


Схема герметизации камеры трещины на всю толщину а/б покрытия

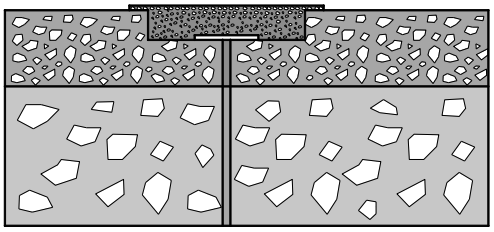


Схема герметизации камеры трещины на толщину верхнего слоя а/б покрытия

а) - температурных трещин; б) - силовых и отраженных трещин;

Рисунок 2 - Схема герметизации камеры трещин

Поверхность горячего битумно-полимерного герметика должна быть посыпана дробленым песком фракции 1-3мм.

Участки с отремонтированными трещинами могут открываться для движения после охлаждения герметика до температуры окружающего воздуха.

В результате проведенной работы разработаны «Рекомендации по ремонту трещин и ямочному ремонту асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог» в которых приводятся технологические операции в порядке последовательности выполнения работ с указанием рациональных технологических параметров, обеспечивающих качественное выполнение работ по ремонту трещин и ямочному ремонту. В этих рекомендациях наряду с технологическими параметрами приводятся методы контроля и правила приемки, а также положения по технике безопасности и организации мест труда.

Разработанные документы с учетом использования конкретного парка машин и технологических параметров дорожных работ и рекомендованы при разработке технической документации при ремонте трещин и ямочному ремонту в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог общего пользования Алтайского края.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АПРОБАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор, Строганов Е.В. – ст.преподаватель,
Хребто А.О. – ассистент, Перфильев Н.В. - ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Коллективом кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», АлтГТУ проведен анализ в Алтайском крае и г.Барнауле состояния дорожных покрытий в процессе эксплуатации с выявлением причин, определяющих возникновение деструктивных процессов в покрытиях автомобильных дорог. Установлено проявление деструктивных процессов, особенно интенсивное в поверхностных слоях асфальтобетонных покрытий в результате постепенного выкрашивания и вырывания минеральных частиц. Протекание этих процессов происходит под влиянием механических, климатических, температурных и других эксплуатационных факторов, что способствует появлению указанных выше признаков деструкции. При этом, как показал проведенный анализ, разрушение асфальтобетонных покрытий происходит в основном из-за недостаточной стойкости материала к транспортным нагрузкам и внешней среде. В условиях резкоконтинентального климата, характерного для Алтайского края, наличия частоты колебаний температуры наружного воздуха, оттепелей в осенне- и весенне-зимний период интенсифицируются деструктивные процессы дорожных конструктивных слоев. Эти процессы возникают в результате деформаций, способствующих разрушению асфальтобетонных покрытий и проявляются виде продольных, поперечных, дезориентированных по расположению трещин.

Научным коллективом кафедры разработан и апробирован в производственных условиях ряд современных технологий, позволяющий повысить прочность, трещиностойкость и долговечность асфальтобетонных покрытий, а именно:

- рациональные технологии с использованием модифицированных составов асфальтобетонных смесей;
- технологии по повышению трещиностойкости асфальтобетонных покрытий с использованием специальных способов армирования асфальтобетона.

Разработанна комплексная модифицирующая добавка КМБ-2, содержащая комплекс компонентов, существенно улучшающих важнейшие эксплуатационные свойства асфальтобетонных покрытий: уменьшает трещинообразование, повышает сцепление органического вяжущего с заполнителем, а также демпфирующую способность.

Добавка КМБ-2 апробировалась в лабораторных условиях, а затем в производственных условиях при строительстве опытного участка, при устройстве верхнего покрытия которого применялась модифицированная ею асфальтобетонная смесь.

Апробация осуществлялась в два этапа. На первом этапе на асфальтобетонном заводе была приготовлена опытная партия (40 т) модифицированной горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси - тип Б, I марки для устройства дорожных покрытий. В качестве минерального заполнителя использовался щебень из гравия, песок из отсевов дробления и минеральный порошок. Комплексный модификатор КМБ-2 вводился через специальный дозатор смесительного агрегата с точностью дозирования 1,5%. Модификации асфальтобетонной смеси осуществлялась «сухим» способом перемешивания в смесительном агрегате.

На втором этапе апробации осуществлялось устройство конструктивного слоя покрытия из модифицированного асфальтобетона толщиной 4см. Протяженность участка, на котором проводилась апробация, составила 175м.

Укладка смеси в верхний слой покрытия осуществлялась при помощи асфальтоукладчика «Titan 1600» Уплотнение асфальтобетонной смеси производилась гладковальцовым вибрационным катком «HAMM» массой 12 т и катком на пневматических шинах «BOMAG» массой 18 т (рисунок 1).

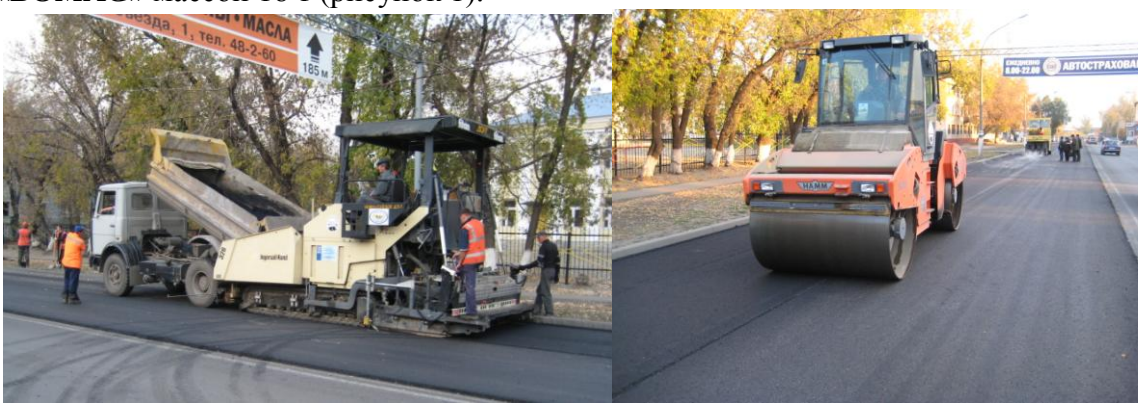


Рисунок 1 – Устройство асфальтобетонного покрытия, модифицированного добавкой КМБ-2

После укладки покрытия из модифицированной асфальтобетонной смеси проводился визуальный осмотр и измерение степени уплотнения асфальтобетона. При этом установлено хорошее качество покрытия и отсутствие дефектов и повреждений.

В процессе эксплуатации автомобильной дороги со слоем покрытия из модифицированного асфальтобетона проводились визуальные наблюдения за состоянием опытного участка. Отмечено, что через 53 дня эксплуатации асфальтобетонной покрытие находится в хорошем состоянии. Отсутствуют признаки появления различных дефектов и деформаций покрытия, таких как шелушение, выкрашивание, трещины, неровности и т.д. (рисунок 2).

В результате выполненных научных исследований решен комплекс научно-технических проблем, связанных с разработкой рациональных технологических решений, повышением прочности и трещиностойкости асфальтобетонных покрытий. Экономический эффект достигается за счет увеличения межремонтных сроков и применения разработанных технологий, при этом для автомобильных дорог с дорожными одеждами из асфальтобетона, модифицированного добавкой КМБ-2, срок проведения работ по ремонту покрытия с разработанной добавкой увеличивается на 20-30%, а срок проведения работ по капитальному ремонту покрытия с разработанной добавкой увеличивается на 8-10%. При применении комплексной модифицированной добавки себестоимость снижается на 35-40% за счет меньшей стоимости компонентов, входящих в состав комплексной добавки КМБ-2.

Рисунок 2 - Состояние асфальтобетонного покрытия на опытном участке после эксплуатации

Положительные результаты проведенных исследований позволяют осуществить внедрение предложенных технологий, способствующих повышению прочности и трещиностойкости асфальтобетонных покрытий.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ЛИКВИДАЦИИ РАЗРУШЕНИЙ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор, Строганов Е.В. – ст.преподаватель,
Хребто А.О. – ассистент, Перфильев Н.В. - ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Цементобетонные покрытия работают в условиях сложного напряженного состояния под действием повторных динамических нагрузок от автомобилей и переменных температурно-влажностных полей.

В условиях резкоконтинентального климата Алтайского края и наличием резких колебаний ночных и дневных температур происходит изменение линейных размеров плит, что приводит к развитию температурных напряжений, а при изменении температуры по толщине цементобетонного покрытия, плиты коробятся, выпуклостью вниз (ночью) или вверх (днем) в зависимости от направления теплового потока. Условия работы цементобетонного покрытия в разных его зонах (в центре, торце, в углах плиты и т.д.) являются существенно неоднородными. Это создает возможность для накопления остаточных деформаций, вызывающих различные дефекты.

На кафедре «Строительство автомобильных дорог и аэродромов», АлтГТУ разработана методика оценки состояния цементобетонного покрытия автомобильных дорог общего пользования, которая включает рациональную последовательность выполнения оценки транпортно-эксплуатационного состояния. При разработке методики обследования впервые предложена рациональная схема деформаций и разрушений, использование которой позволяет осуществить комплексную оценку наличия различных дефектов с учетом их дифференцирования по основным параметрам с подробным приведением отдельных структурных элементов, входящих в эту схему.

Анализ составленных схем деформаций и разрушений для различных автомобильных дорог Алтайского края, позволяет предложить способы и виды ремонта для улучшения транспортно-эксплуатационного состояния цементобетонного покрытия автомобильной

дороги. Технические решения включают предложения по видам работ по продлению эксплуатационного ресурса цементобетонных покрытий.

Весьма важно для определения концепции ресурса цементобетонных покрытий правильно оценить их фактическое состояние и наметить стратегию ремонта. Выбор стратегии ремонта должен исходить из проведённого экономического анализа, т.е. определении более рациональных вариантов для конкретных условий, а именно:

- выполнение поддерживающего ремонта;
- усиление дорожной одежды путём устройства несущего слоя с предварительной разделкой соответствующей проектной документации.

Эти положения приведены в блок схеме на рисунке 1.

Рисунок 1 – Схема выбора рационального варианта ремонта цементобетонных покрытий

С учётом видов разрушений цементобетонных покрытий устанавливаются соответствующие способы их ликвидации.

Так при наличии трещинообразования в покрытиях для продления эксплуатационного ресурса целесообразно осуществить ремонт трещин путём пропитки, герметизации полимерными мастиками, герметизации с применением стержневых элементов различных типов (рисунок 2).

Рисунок 2 – Способы устранения трещинообразования

При наличии в цементобетонных покрытиях таких дефектов, как очаговые разрушения, а именно, отколы углов плит, сколы бетона, выбоины и т.п., их устраняют при помощи удаления разрушенного бетона с укладкой ремонтных составов и укладки ремонтных составов с применением анкеров и армосеток (рисунок 3).

Рисунок 3 – Способы устранения очаговых разрушений

При наличии в цементобетонных покрытиях таких дефектов, как вертикальное смещение и коробление плит, их устраняют при помощи удаления разрушенного бетона с нанесением выравнивающего слоя из асфальтобетона, полимербетона и пр., а также выравнивания нагнетанием быстрогустеющих составов (рисунок 4).

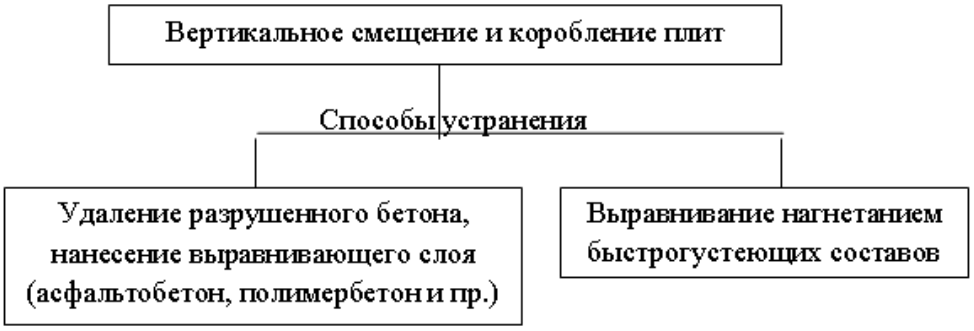


Рисунок 4 – Способы устранения вертикального смещения и коробления плит

При наличии в цементобетонных покрытиях такого дефекта, как поверхностная эрозия (шелушение), его устраняют при помощи укладки защитных слоёв, удаления отшелушившегося слоя алмазными фрезами, пропитки поверхности кальматирующими составами, механического удаления с поверхности слабых частиц бетона, гидрофобизации и флюатирования (рисунок 5).

Рисунок 5 – Способы устранения поверхностной эрозии (шелушения)

Разработанные технические решения по видам работ способствуют продлению эксплуатационного ресурса цементобетонных покрытий.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Бабич Е.В. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Современные аэродромные покрытия представляют собой сложные инженерные сооружения, к эксплуатации которых предъявляются высокие требования. Основой технической эксплуатации аэродромных покрытий является соблюдение эксплуатационных требований, в частности своевременная диагностика состояния покрытий и выполнение строительных мероприятий по проведению планово-предупредительных ремонтов.

Подготовительные работы при проведении ремонтных работ включают:

- периодический мониторинг, техническое обследование покрытий и сооружений, подлежащих ремонту;

- составление актов дефектовки, проектно-сметной документации, проекта организации и производства работ по капитальному ремонту;

- подбор подрядных ремонтно-строительных организаций и заключение с ними договоров;

- определение потребности в материалах, конструкциях, - деталях, полуфабрикатах, машинах и механизмах;

К основным работам относят подготовку поверхности ремонтируемых участков, приготовление ремонтных материалов, их укладку и окончательную обработку, а также отделку отремонтированных участков.

При выполнении ремонтных работ должны быть соблюдены все технологические требования и правила, что во многом определяет качество ремонтных работ, долговечность покрытия.

Капитальный ремонт аэродромных покрытий производят с целью восстановления и повышения эксплуатационных качеств аэродромных покрытий. При капитальном ремонте предусматривается выполнение значительных по объемам работ по устранению имеющихся разрушений покрытий с восстановлением при необходимости искусственного основания.

Подготовка к устройству новых слоев при капитальном ремонте покрытий производится в основном такими же методами и по той же технологии, как и при текущем ремонте.

Для определения технического состояния аэродромных покрытий и прогнозирования сроков их службы рекомендуется использовать различные методы оценки.

По результатам обследований рекомендуется строить графики зависимостей значений оценки технического состояния от времени эксплуатации покрытия и посредством экстраполяции определить примерный ресурс, который позволит судить о долговечности покрытия, прогнозировать его дальнейшее состояние и вовремя наметить проведение тех или иных ремонтных мероприятий.

Таблица 1 Категории разрушения жестких аэродромных покрытий

Категория разрушения плит	Число плит, имеющих разрушения, %			
	Шелушение глубиной свыше 1 см	Отколы кромок в местах швов	Сквозные трещины (продольные и поперечные)	Отколы углов, диагональные сквозные трещины наряду со сквозными продольными и поперечными
I	менее 10	-	-	-
II	от 10 до 30	менее 30	менее 20	-
III	св. 30	30 и более	от 20 до 30	менее 20
IV	не норм.	не норм.	св. 30	20 и более

Степень разрушения покрытий определяется на основании данных всестороннего их обследования, по результатам которых проводится оценка их технического состояния; составляются акты дефектов по элементам летного поля, планы дефектов искусственных покрытий с указанием их вида и объема, акт с выводом о степени соответствия состояния покрытий требованиям норм годности к эксплуатации аэропортов, аэродромов и их оборудования.

Дефектация аэродромных покрытий выполняется с целью постоянного наблюдения за их эксплуатационно-техническим состоянием. Определение состояния покрытий аэродрома проводится по элементам летного поля, раздельно для ВПП, каждой РД и МС. Процесс дефектации включает в себя два вида работ: периодические визуальные обследования и инструментальные испытания, которые проводятся при необходимости. Периодичность

дефектации покрытий аэродрома составляет, как правило, один раз в год. В тех случаях, когда покрытия эксплуатируются самолетными нагрузками, превышающими расчетные, периодичность дефектации должна быть уменьшена (таблица 2).

Таблица 2 Периодичность дефектаций покрытий

Соотношение PCN/ACN	Количество дефектаций в год
1,0 и более	1
0,8-1,0	2
менее 0,8	4

В соответствии с существующей методикой оценка состояния жесткого покрытия по результатам дефектаций определяется по формуле:

$$Д_о = Д_{тр} \cdot Q_{тр} + Д_{ск} \cdot Q_{ск} + Д_{пл} \cdot Q_{пл} + Д_{уст} \cdot Q_{уст},$$

где $Д_о$ - обобщенный показатель повреждений покрытий;
$Д_{тр}$ - показатель растрескивания плит;
$Д_{ск}$ - показатель повреждения швов;
$Д_{пл}$ - показатель повреждений поверхности плит;
$Д_{уст}$ - показатель наличия уступов плит;
$Q_{тр}$, $Q_{ск}$, $Q_{пл}$, $Q_{уст}$ - коэффициенты весомости повреждений (дефектов).
Показатель $Д_о$ определяется по формуле:

$$Д_0 = \frac{N_1}{N_0} \quad ;$$

где N_1 - количество плит с повреждениями (дефектами);
N_o - общее количество плит.
Значения коэффициентов весомости следует принимать:
$Q_{тр} = 0{,}05$; $Q_{ск} = 0{,}1$; $Q_{пл} = 0{,}03$; $Q_{уст} = 0{,}2$.
Общая оценка эксплуатационно-технического состояния покрытия дается с использованием численного значения показателя, определяемого по формуле:

$$S = 5{,}0 - Д_о.$$

Величина S не должна быть менее 2,5. В противном случае состояние покрытия следует признать неудовлетворительным.

Оценку технического состояния асфальтобетонных покрытий следует производить по результатам дефектации с помощью следующей формулы:

$$P_o = \square\ P_i,$$

где P_i - показатель состояния по всем видам повреждений.

К характерным дефектам и разрушениям жестких покрытий относятся: шелушение поверхностного слоя бетона, образование трещин, отколы углов и краев плит, вертикальные смещения плит, коробление, разрушение стыковых соединений и заполнителей швов

К ремонту покрытий часто приступают в тот момент, когда на покрытии накопилось значительное количество дефектов и появилась угроза безопасности полетов. В условиях дефицита средств необходимо разработать приемлемую с финансовой и технической точек зрения программу продления ресурса покрытий, этапы проведения ремонтных мероприятий. Очередность ликвидации дефектов устанавливается на основе обследования состояния аэродромной одежды, выявления причин образования разрушений и с учетом значимости (весомости) различных видов повреждений покрытий. Для каждой взлетно-посадочной полосы должна быть разработана индивидуальная программа ремонта.

В аэродромной практике для герметизации всех видов швов и трещин в жестких покрытиях используются герметики холодного и горячего применения. При выборе типа герметика для ремонтных технологий учитывают прежде всего экстремально возможные отрицательные температуры, которые могут быть в данном регионе, а также вид применявшегося ранее герметика (уложенного в ремонтируемых швах), планируемый срок службы, экономические показатели.

Заделка трещин на покрытиях является необходимым профилактическим мероприятием, предупреждающим дальнейшее развитие более серьезных деформаций и разрушений.

Даже мельчайшая трещина под воздействием транспортных нагрузок и погодных факторов может стать причиной быстрого ухудшения эксплуатационного состояния покрытия. Поэтому следует своевременно устранять трещины.

Обычно эту работу выполняют в сухую погоду весной или осенью и преимущественно в первой половине дня, когда трещины наиболее раскрыты.

Для заливки трещин используют материалы, обладающие эластичностью, водонепроницаемостью и теплоустойчивостью, а также имеющие хорошее сцепление с асфальтобетоном. Например, полимерно-битумные мастики.

При заделке трещин целесообразно использовать специализированные малогабаритные самоходные машины. Разделка и обрезка краев трещин выполняется фрезами с алмазными дисками толщиной 6, 8, 10 или 12 мм и диаметром 300 -350 мм, а для их очистки используется круглая веерная щетка диаметром 200 - 250 мм из скрученной стальной проволоки. Окончательная очистка осуществляется продувкой сжатым воздухом, подаваемым по шлангам от небольшого передвижного компрессора с ДВС на тележке или в специальный продувочный агрегат от более крупного компрессора, находящегося на прицепном (иногда самоходном агрегате) вместе с битумным котлом. В последнее время сжатый воздух на таких агрегатах подогревается, что ускоряет и улучшает удаление влаги из трещин и сушку их дна и стенок.

УЧЕТ КИНЕТИКИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОНОВ

Андреев А.Е. – студент, Меренцова Г.С. – д. т. н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Каогуляционное структурообразование цементного вяжущего, протекающее путем беспорядочного сцепления частиц в пространственный каркас, несет с собой образование дефектов структуры, усугубляющихся по мере перехода исходных компонентов золы в гидратные формы.

Причинами дефектообразования является CaO_{CB}, CaSO остатки структуры алюминатных составляющих, аморфизованное строением тоберморита подобных сростком, седиментационные явления, контракция, тепловыделение и др.

Стремление устранить дефекты структуры, возникающие в начальный период твердения, привело к попыткам приложения повторных механических воздействий к отформированным изделиям. Определяющая роль в процессе твердения принадлежит золоцементному тесту. Комплекс физико-химических процессов, протекающих при структурообразовании золоцементного теста может быть наиболее полно охарактеризована кинетикой нарастания пластической и обычной механической прочности (пластограммы). При этом наиболее важным определяющими качественное изменение характера протекающего процесса, являются точки перелома кривых. Указанные точки могут служить показателем момента приложения и прекращения воздействия на бетонную смесь в желаемом направлении, т.е. создавать направленное структурообразование.

Каогуляционное структурообразование (загустевание, образование частиц-фиолок). Каогуляционное структурообразование характеризуется беспорядочным сцеплением частиц

в пространственный каркас и сопровождается образованием дефектов, возникающих в результате контракции, седиментации и тепловыделением. Для устранения этих дефектов необходимо механическое воздействие на бетонную смесь (вибрацию, прессвоздействие и т.д.) осуществлять в определенный момент ($\tau_{опр}$); в результате формируется новая бездефектная структура, т.е. механическое воздействие должно согласоваться с кинетикой структурообразования (приложение механического воздействия должно быть строго определенное время) - в отрезок времени, являющийся переходом от периода формирования к периоду упрочнения структуры - середина интервала между началом схватывания и концом схватывания. При этом повышение прочности ΔR достигается за счет снижения дефектности первично возникающей структуры. В случае транспортации дорожной цементобетонной смеси на дальние расстояния удлинить период схватывания возможного за счет введения пластифицирующих добавок.

Сократить период формирования первичной структуры можно за счет введения химических добавок ускорителей твердения.

Пути регулирования формирования структуры:

1. Предварительная активизация обработки бетонной смеси.
2. Повторное вибрирование.

Тепловую обработку начинают после приобретения необходимой начальной прочности и спада экзотермических реакций. Повышение температуры:

+ ускорение процесса гидратации;

- вызывает тепловые напряжения (трещины), влияет на глубину гидратации.

Тепловлажностную обработку рекомендуется начинать:

1. После приобретения необходимой первоначальной прочности.
2. Спада экзотермических реакций.

Повышение температуры увеличивает скорость, но уменьшает степень гидратации. При уплотнении пленок дальнейшая тепловая обработка становится бесполезной из-за уплотнения пленок.

Большое практическое значение имеют пластограммы, построенные по показателям реологических свойств - предельному сопротивлению, сдвигу, характеризуемому пластичной прочностью бетонной смеси.

Реологические показатели дают возможность научно обосновать оптимальную технологию бетонных и железобетонных изделий.

Комплекс физико-химических процессов, протекающих при структурообразовании бетонных смесей может быть наиболее полно охарактеризован кинетикой нарастания пластической и обычной механической прочности - пластограммами.

При этом наиболее важными, определяющими качественное изменение характера протекающего процесса, может служить показателем момента приложения и прекращения воздействия на бетонную смесь, что позволяет влиять на ход структурообразования в желаемом направлении, т.е. создать направленное структурообразование.

Механическое воздействие должно согласовываться с кинетикой структурообразования и соответственно с реологическими показателями.

Механическое воздействие должно обеспечивать:

- предельное разрушение структуры в момент формирования изделий.

- приложение этих воздействий необходимо проводить в строго определенные отрезки времени.

Оптимальный прирост прочности в основном объясняется частичным устранением дефектов структуры, вызванных процессами седиментации и контракции (а также устранением дефектов, вызванных преимущественным развитием к этому времени кристаллизационной структуры продуктов гидратации алюминатной составляющей и реакции ее с гипсом.

К технологическим приемам, обеспечивающим сдвиг кривых структурообразования относятся:

- повторное вибрирование;
- предварительная активизационная обработка вяжущего.

При разработке таких приемов учитывались основные принципы управления структурообразованием зольного камня.

Теоретической основой данного направления служат положения физико-химической механики, разработанной академиком П.А. Ребиндером и основные принципы управляемого структурообразования бетона профессора О.П. Мчедлова-Петросяна.

Согласно принципу когерентности, т.е. соответствия, характеристики исходных материалов и метод их обработки, а также тепловые и физико-химические воздействия на бетонную смесь должны быть указаны с процессами структурообразования цементного камня.

Для устранения нейтрации деструктивных процессов золобетонов улучшение его технических свойств применялся комплекс тепловой, химической и механической активизации на основе предварительной термогидратации вяжущего в скоростных смесителях и активаторах.

Исследованию процессов структурообразования цементобетонов на активизационом вяжущем предшествовали исследования цементного теста.

В процессе структурообразования бетона можно выделить следующие три основных периода:

1. Период образования первоначальной структуры (бетонная смесь превращается в бетон);
2. Период упрочнения структуры (структура бетона постепенно упрочняется);
3. Период стабилизации структуры (структура стабилизируется и почти не изменяется во времени).

В процессе структурообразования цементобетона создается поровое пространство, состоящее из различных видов пор:

- гелевидных размером от 10-15 А и реже 100А; является причиной гидрофильности гелевидных образований в цементном камне частиц цементного геля адсорбционно связывает воду, образуя вокруг себя гидратные оболочки и создавая этим пористость;
- контракционных, при этом пористость является причиной уменьшения объема системы цемент-вода в процессе твердения цемента и определяется уменьшением абсолютного объема системы. Таким образом, твердая фаза цементного камня как бы внутренне сжимается, образуя поры;
- капиллярных, которые относятся к разряду макропор, так как имеют размеры в основном более 2000 *А* (иногда более 1000 *А*). Эта пористость образуется избыточной водой. Общая пористость уменьшается, так как образовавшиеся поры заполняются продуктами гидратации, структура уплотняется.

Мелкие замкнутые поры, равномерно распределенные (гелевидные, контракционные) способствуют повышению морозостойкости дорожных цементобетонов, что важно для условий Западной Сибири с холодным и резко-континентальным климатом.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ СВЯЗИЙ УКРЕПЛЁННЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Лавров Д. А. – студент, Меренцова Г.С. – д. т. н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Характерной особенностью грунта как коллоидной системы является агрегативная неустойчивость. При применении грунтов для строительства грунтовых оснований основными задачами являются поддержание агрегативной устойчивости или обеспечение условий для

коагуляции грунта (осушение, уплотнение), в результате которой формируется новая структура грунта.

Различают три основных типа структур: коагуляционную, конденсационную и кристаллизационную, в которых определяющим фактором является характер взаимодействия между частицами или структурными элементами.

Прочность укрепленного грунта определяется в основном прочностью структурных связей между минеральными частицами или их агрегатами. В грунтах имеют место связи с различной природой и свойствами, комбинации которых и определяют в основном прочностные и деформативные свойства системы. Физико-механические свойства укреплённого грунта оценивается наличием двух основных групп структурных связей: жестких, имеющих кристаллизационную природу, и гибких, имеющих коагуляционную природу. Структуры с гибкими структурными связями характеризуются невысокой прочностью, пластичностью, им присуще явление самопроизвольного упрочнения структуры и прочности во времени. Особым свойством систем с коагуляционными структуными связями является тиксотропия, разрушение и восстановление связей после воздействия нагрузки и уплотнения .

Структуры с жесткими структурными связями образуются в результате действия сил химической адсорбции как при формировании прочных химических связей между частицами, так и в результате образования пространственной сетки из игольчатых кристаллов новой фазы типа «ежей», выкристаллизовывающихся из пересыщенного раствора, а также других процессов, протекающих в укрепленных грунтах при твердении. Структурные связи подобного типа отличаются высокими прочностью и модулем упругости, но в то же время хрупкостью, а также отсутствием в заметной степени явлений тиксотропии после разрушения структуры.

Исследования процесса формирования структурных связей в грунтах, обработанных такими неорганическими вяжущими как цемент, известь и высокоактивная зола – уноса, позволили выявить как качественные закономерности формирования, так и количественные параметры тех или иных структурных связей. Для выявления характера структурных связей было использовано основное их свойство — способность обратимо или необратимо восстанавливаться при механических воздействиях. В результате опытов, во время которых производили переменное формование и разрушение образцов естественных грунтов и грунтов обработанных цементом.

Установлено, что начальная прочность неукрепленных грунтов практически мало зависит от числа циклов разрушений структурных, связей, так как после каждого разрушения и нового формования образцов прочность их восстанавливается практически на начальном уровне.

В современном дорожном строительстве необходимо широко применять комплексные вяжущие для укрепления грунтов с применением как неорганических так и органических материалов.

Органический компонент в составе комплексного вяжущего улучшает пластические, т.е деформативные свойства укрепленного грунта и тем самым снижает трещинообразование.

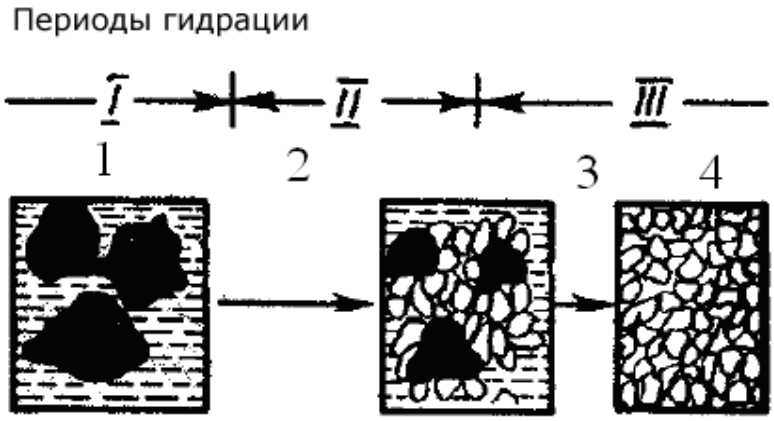
На кафедре САДиА АлтГТУ проведены исследования по оптимизации комплексного вяжущего для укрепления местных грунтов, что позволило получить укреплённые грунты с повышенной прочностью и долговечностью для условий резко-континентального климата Западной Сибири.

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОНОВ

Гордынец Л.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Структура цементобетона – многофазовая система, состоящая из цементного камня с равномерно распределенными заполнителями разных размеров и пустот в виде капилляров и пор, заполненных водными растворами минеральных веществ, воздухом или газом.

Структурообразование этих бетонов определяется гидратацией цементного камня во времени и протекает по указанным на нижеследующем рисунке по периодам гидратации цементного вяжущего:



1 – неустойчивая структура; 2 – формирование основной структуры; 3 – уплотнения структуры; 4 – стабильная структура

Схемы структурообразования цементного камня во времени

Твердение бетона – физико-химический процесс, сопровождающийся непрерывным изменением свойств цементного камня и бетона в целом. Твердение бетона характеризуется полной потерей пластичности бетонной смеси и превращением ее в искусственный каменный материал.

На процессы структурообразования дорожных цементобетонов существенное влияние оказывают химические добавки. Эти добавки могут быть природного или искусственного происхождения, вводимые в составы бетонов при их изготовлении с целью улучшения технологических свойств бетонных смесей, физико-химических свойств бетонов, а также снижения их стоимости.

Регуляторы процесса схватывания и твердения бетона используются, как правило, для сокращения длительности технологического цикла производства изделий и ускорения твердения бетона (особенно при низких температурах) в монолитных конструкциях. Наибольшее распространение получили добавки ряда неорганических веществ, вводимые с целью ускорения схватывания и твердения бетона.

По механизму действия их делят на две группы: добавки, изменяющие растворимость в воде минералов цемента без химического взаимодействия с ними; вещества, реагирующие с вяжущим с образованием труднорастворимых и мало диссоциирующих соединений.

Используются хлорид и сульфат кальция, хлорид и нитрит натрия, и другие соли. Особенно широко для неармированных цементобетонов применяют хлорид кальция (0,5–2% массы цемента), твердение, например в суточном возрасте, ускоряется примерно в 1,5–2 раза, затем замедляется и к месячному возрасту прочность примерно соответствует прочности бетона без добавок. Эффективность добавок выше для жестких бетонных смесей, а также при пониженных температурах твердения.

Химические добавки – сода, поташ, нитрит кальция, хлорид железа, гипс – вступают в реакцию с минералами цементного клинкера. И либо образуют комплексные соли (например,

гидросульфоалюминат кальция), что уплотняет структуру на начальных стадиях твердения, либо вступают в реакции обмена с вяжущим, образуя трудно растворимые соединения, что увеличивает объем твердой фазы в системе.

Добавки-регуляторы структуры бетона по механизму их действия также можно разделить на две группы.

В процессе твердения бетона с такими добавками образуется структура с равномерно распределенными по объему замкнутыми порами и гидрофобизированной внутренней поверхностью, что существенно повышает физико-механические свойства бетона (прочность при растяжении, трещиностойкость, морозостойкость).

Добавки асидол, мылонафт, кремнийорганические соединения типа ГКЖ-Ю и ГКЖ-П, микро-пенообразователи типа СНВ (абиетиновая смола, омыленная каустической содой), синтетическая поверхностно-активная добавка СПД, омыленный древесный пек ЦНИПС-1 и т. д. Количество вводимых добавок этого типа весьма небольшое – 0,05–0,5% массы цемента.

Учет стадийных переходов в образовании структур твердения цементного камня и бетона позволяет оптимизировать момент приложения механических воздействий и на этой основе добиться существенного увеличения прочности (в 1,5–2 раза) и стойкости бетона.

К концу стадии образования коагуляционной структуры возникают внутренние напряжения и деструктивные явления, связи между этими элементами достаточно слабые и податливые. Этот момент и является оптимальным для приложения механического воздействия в процессе технологической обработки бетонной смеси (уплотнение при формовании изделий). В этот период, особенно при низком водоцементном отношении, возможно образование рыхлых неплотных, преимущественно алюминатных, структур. Вибрационное воздействие разрушает такую несовершенную структуру и за счет обратимости и тиксотропных свойств системы создает более плотную упаковку ее элементов, что способствует естественному процессу перехода одних форм структур в другие, термодинамически более устойчивые. В результате в дальнейшем резко уменьшаются деструктивные явления, что также увеличивает прочность бетона. Кроме того, вибрационные воздействия в какой-то мере снимают гидратные оболочки с зерен цемента, что способствует последующей гидратации. Аналогичный эффект достигается и при повторном вибрировании также строго в определенное время.

Интенсивность и длительность вибрационного воздействия зависят от реологических свойств бетонной смеси.

Для улучшение процессов структурообразования дорожных цементобетонов на кафедре САДиА разработаны комплексные химические добавки улучшающие процессы структурообразования, что позволяет повысить прочность и трещиностойкость дорожных конструктивных слоев и повысить их долговечность. Такие комплексные добавки создают пластифицирующие и ускоряющие эффект, что позволяет не только улучшить качество цементобетона, но и сократить сроки строительства дорожной одежды.

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ШЕРОХОВАТО ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Ананьев С.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Современное строительство автомобильных дорог предъявляет повышенные требования к дорожно-строительным материалам, особенно к качеству покрытий, таких как шероховато-поверхностная обработка. Улучшение этих качеств возможно путём разработки новых технологий приготовления смесей, повышения контроля качества составляющих покрытия и исходных материалов, разработки более совершенных производственных комплексов. Одним из способов повышения качества битума является применение добавок поверхностно

- активных веществ. От них зависит возможность получения покрытий с заданными свойствами, и, прежде всего с таким важным физико-механической характеристикой, как сцепление с минеральной составляющей.

Высокие показатели сцепления каменного материала с битумом - обязательная составляющая для получения качественной поверхностной обработки, а также основная задача при использовании ПАВ.

Широко известен факт разрушения дорог под воздействием воды. Эти повреждения разнообразны и включают в себя образование выемок и разрушений, выпадение щебня из поверхностного покрытия (щебеночное уплотнение), распадание поверхностных слоев, приводящих к образованию выбоин и т.д. При этом наблюдается является потеря сцепления между связующим веществом и каменным материалом. .[2]

Химическое взаимодействие между битумом и каменным материалом может быть улучшено посредством добавления небольших количеств химических веществ, изменяющих природу поверхности каменного материала и битума – адгезионных присадок, а также за счет предварительного вспенивания битума. Это способствует повышению сцепления битума с каменными материалами, а также позволяет повысить водостойкость и морозостойкость .

Применение добавок должно улучшить следующие свойства:

- повысить водостойкость покрытия, предотвратить образование на покрытиях выбоин и ям;
- замедлить процессы старения асфальтобетона и тем самым продлить сроки службы покрытий;
- улучшить качество поверхностных обработок и ямочного ремонта;
- экономить до 10 % битума и на 10-15 ºС снизить температуру приготавливания и укладки асфальтобетонных смесей;
- ускорить процессы формирования дорожных покрытий, которые уложены с использованием битумных эмульсий и жидких битумов;
- расширить сезон выполнения дорожных работ, выполнять работы с ранней весны до поздней осени. .[3]

Многолетний опыт устройства и содержания дорожных покрытий с использованием битумов дорожных вязких марки **БНД**, свидетельствует о том, что, например, при значении показателя температуры хрупкости битума, равном −27°С (что намного превышает предел, указанный ГОСТ 22245), разрушение покрытия начинается уже в первый год эксплуатации по причине недостаточной способности битумного вяжущего к растяжению (и это при соответствии значения показателя растяжимости битумов при 25 и 0°С нормативным требованиям).Положительные результаты применения в последние 10 лет при строительстве и ремонте дорожных покрытий в Санкт-Петербурге и Ленинградской области битумов, характеризующихся иными, чем битумы марок БНД, свойствами, например фирм **NESTE, NYNAS**, БДУ (Ухтинский НПЗ), позволяют сделать вывод о том, что в основе своей для повышения эксплуатационной надежности дорожных покрытий оказывается достаточным изменить качество дорожного битума.

Анализ результатов испытания (в том числе и по методикам ASTM) битумов дорожных российского производства показывает, что при идентичности значений показателя глубины проникания иглы при 25°С и других битумы, изготовленные из остатков переработки разных по химическому составу нефтей, принципиально различаются по вязкости. При работе в составе дорожного асфальтобетона наиболее устойчивым к воздействию сдвиговых усилий в теплое время года оказывается битум марки БНД 60/90, характеризующийся более высокой динамической вязкостью при 60°С.

На основании вышеизложенного, следует подчеркнуть, что проблема качества дорожных битумов, с точки зрения их эксплуатационной надежности в составе дорожных покрытий, в России реально существует, однако для ее решения недостаточно добиться соответствия показателей товарных свойств битумов дорожных вязких марки БНД

требованиям действующего ГОСТ 22245. Необходимо так же, как и за рубежом, регламентировать изменение таких свойств битума, как глубина проникания иглы, а также дополнительно ввести в перечень нормируемых показателей качества параметры вязкости.

Так добавка УДОМ-2 нашла широкое применение во многих регионах нашей страны. Связано это, прежде всего с тем, что применение добавок не нуждается в переоборудовании асфальтобетонных заводов и битумных баз. Для распределения добавок в битуме необходимо лишь нагреть вяжущее к рабочей температуре (120-170 ºС) и обеспечить перемешивание битумным насосом или любой мешалкой на протяжении 30-40 минут. Кроме того, срок сохраняемости битумов с УДОМ-2 при рабочих температурах (160...170°С) до 10 суток. Такой ряд преимуществ заметно сокращает расходы по приготовлению и хранению модифицированного битума. Так же добавка УДОМ-2 имеет прекрасные показатели по сцепляемости с минеральным составляющим.

Рассмотрим добавку ПАВ "Пеназолин 17-20". Эта добавка является стабилизатором неводных пен в процессе производства пенопластов и получается из синтетических жирных кислот с углеводородным радикалом.

"Пеназолины" это целевые композиционные продукты, представляющие смесь имидазолинов различного строения в определенных соотношениях. Нами установлено, что далеко не все смеси имидазолинов и индивидуальные имидазолины проявляют способность улучшать адгезия битума к кислым горным породам. Так, например, Пеназолины 7-9, 10-13, 10-16, 21-25, имеющие близкую по структуре и соотношению компонентов смесь имидазолинов, но различную длину углеводородных радикалов R (R 7 9 для Пеназолинов 7-9, R 10 13 для Пеназолинов 10-13 и т. д.) не являются эффективными добавками для улучшения адгезии битума к кислым горным породам (они улучшают сцепление битума до образца N 3 по ГОСТ 11508-74).

В процессе производства пенопластов (в частности, из поливинилхлорида) "Пеназолин 17-20" используется следующим образом. В расплав смолы при перемешивании вводят ПАВ в количестве 0,5-1,5% насыщают расплав фреоном и полученную смесь пропускают через печь с подогревом до 140 150оС.

Вспененная за счет выделения фреона смола увеличивается в объеме за счет образования структурированных ячеек в объеме смолы. Равномерно распределяясь на границе раздела жидкая фаза (смола) газообразная фаза (фреон) ПАВ обеспечивает однородность распределения газа по объему смолы, значительно понижая ее среднюю плотность и увеличивая прочность. Эффективность действия ПАВ обеспечивается как за счет физической адсорбции на границе раздела фаз, так и химической за счет образования комплексов аминогрупп ПАВ с хлором поливинилхлорида.

Известно, что битумы имеют плохое сцепление (адгезию) с кислыми горными породами (гранит, кварц и т.д.), что является причиной недостаточной долговечности, морозостойкости, погодоустойчивости и других эксплуатационных характеристик битумо-минеральных материалов. Заявляемое изобретение решает следующую техническую задачу: улучшение адгезии битума к кислым горным породам. .[4]

"Пеназолин 17-20" стабилизатор неводных пен синтезирован как целевая композиционная система с определенным соотношением компонентов. Установлено, что при использовании этого продукта, как адгезионной добавки для битумов, имеет место синергетический эффект, проявляющийся в улучшении сцепления битума до образца N 1 по ГОСТ11508-74. Расход ПАВ составляет 0,5-1,5% от массы битума. Расплавленное ПАВ вводится в разогретый до рабочей температуры битум (100-150оС) и перемешивается 10-20 с. Оценка адгезионной прочности битума проводилась путем сравнения сцепления битума с кислыми горными породами по ГОСТ 11508-74 при различном количестве ПАВ в битуме.

Битумная пленка для битума без ПАВ отслаивается от минерального материала после 30 минут кипячения почти полностью. При введении в битум 0,5% ПАВ от его массы сохраняются на кварцевом песке более 3/4 площадки битумной пленки после кипячения, а на

граните менее 3/4 площади. При расходе ПАВ 1,0% и более от массы битума сохраняется практически вся поверхность битумной пленки на минеральном материале.[1]

Механизм действия ПАВ в битуме возможно представить следующим образом. При введении ПАВ в битум молекулы ПАВ адсорбируются на дисперсных частицах в битуме, т. е. на асфальтеновых агрегатах, понижая межфазное натяжение на границе раздела фаз асфальтеновых агрегаты (дисперсная фаза) жидкие углеводороды (дисперсионная среда). При образовании битумной пленки на поверхности минеральных зерен кислых горных пород происходит адсорбция битумных дисперсных частиц на их поверхности. Присутствие на поверхности битумных частиц молекул ПАВ обуславливает значительно лучшее сцепление битумной пленки с поверхностью каменного материала и увеличивает адгезионную прочность.

Итак, проведя анализ существующих видов добавок применяемых для улучшения свойств органического вяжущего для ШПО.

Известно, что применение даже самого хорошего битума не всегда может полностью гарантировать высокое качество дорожного покрытия. Качество и долговечность шпо зависят от многих факторов: состава и свойств органического вяжущего –битума; качества и гранулометрического состава минерального наполнителя; соблюдения режимных показателей при производстве; условий эксплуатации дорожного покрытия и ряда других. Поэтому необходимо модернизировать производство ШПО путем внедрения различного рода добавок. Это заметно снижает стоимость покрытия вследствие увеличения долговечности покрытия, необходимо также правильно выполнять меры по эксплуатации покрытия, так как в 40% случаев дефекты на покрытии возникают вследствие неправильной эксплуатации.

Литература

1 Дезорцев С.В. О направленном регулировании адгезии нефтеполимерных систем / Дезорцев С.В. и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2009. - № 1. – С. 29-34.

2 Дезорцев С.В. Влияние пластификаторов на адгезию битумполимерных систем / Дезорцев С.В. и др. // Пластические массы. – 2008. – №8. – С. 40-42.

3 Дезорцев С.В. О влиянии пластификации на адгезию битумполимеров / Дезорцев С.В. и др. // Башкирский химический журнал. – 2008. – Т.15, №3. – С. 90-92.

В других изданиях:

4 Дезорцев С.В. О связи адгезии и фазовых переходов в нефтеполимерных системах / Дезорцев С.В. и др. // «Нефтепереработка - 2008»: материалы Международной научно-практической конференции, 21 мая 2008. - Уфа: ГУП «ИНХП РБ», 2008. - С. 71-75.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Стрельников Д.Ю. – студент, Макаров А.С. – студент, Хребто А.О. – ассистент,
Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время при строительстве автомобильных дорог ставится задача максимально использовать местные дорожно-строительные материалы в конструкциях дорожных одежд, особенно в основаниях. Поэтому актуальной задачей является разработка новых экономичных материалов, конструкций оснований дорожных одежд, отвечающих современным, все возрастающим требованиям. [1] Такими материалами могут быть местные грунты и щебеночно (гравийно)- песчаные смеси, укрепленные различными вяжущими. В качестве вяжущих рассматривалась возможность применения малых доз портландцемента с

добавкой отхода теплоэнергетики – высококальциевой золы-уноса, что значительно сокращает стоимость строительства автомобильной дороги.

Известно, что при применении щебня в основании дорожных одежд в процессе эксплуатации автомобильной дороги в результате постепенного доуплотнения основания под влиянием многократного повторного приложения транспортных нагрузок возникают местные просадки асфальтобетонного покрытия. Это явление наблюдается при применении щебня любой прочности и проявляется тем больше, чем слабее щебень.[1] Наибольшие просадки наблюдаются в гравийных основаниях. В связи с этим рекомендуется применять в конструктивных слоях дорожных одежд щебеночные смеси, укрепленные различными вяжущими, о чем свидетельствует зарубежный опыт дорожного строительства. На кафедре ведется работа по оптимизация экономичных составов для укрепления конструктивных слоев дорожных одежд из щебеночных смесей. В качестве вяжущего использовался портландцемент марки М-400 совместно с высококальциевой золой-уноса от сжигания бурого угля. Для модификации свойств вяжущего применялись различные органические и неорганические химические добавки. Одной из таких добавок является полимерно-минеральная композиция NICOFLOK, разработанная ООО "Никель".

Применение NICOFLOK позволяет решить проблему использования в конструкциях дорожных одежд местных малопрочных щебней, щебеночно-песчаных (гравийно-песчаных) смесей. При этом коэффициент морозостойкости возрастает до 0,9…0,95, тогда как без добавки этот показатель не превышает 0,75. Полученный конструктивный слой обладает повышенной адгезией к битуму (напряжение на отрыве составляет от 0,12 МПа для низковязких битумов и до 0,25 МПа для высоковязких, при этом установлено, что адгезия пленки настолько велика, что прочность склеивания определяется когезией вяжущего и разрыв образцов происходит по пленке битума).

К вышесказанным преимуществам дорожных одежд с такими конструктивными слоями можно добавить:

– более длительное сохранение ровности покрытия, особенно при интенсивном морозном пучении грунта земляного полотна;

– значительное улучшение влажностного режима земляного полотна за счет малой водопроницаемости, что резко сокращает количество воды, поступающей в грунт земляного полотна сверху. Так, расчетная влажность грунта земляного полотна на участках с дорожной одеждой из ЩПС укрепленной по технологии NICOFLOK на (0,05-0,30) W_m (влажность на границе текучести) меньше, чем на участках с дорожной одеждой из зернистых материалов;

– уменьшение на (20-50) % общей толщины дорожной одежды;

– снижение на (15-45) % потребности в дефицитных минеральных материалах и в (1,5-3) раза количество автотранспорта;

– сокращение трудозатрат в (1,5-2) раза и удешевление строительства 1 км дорожной одежды.

Малопрочные щебни и ЩПС укрепленные по технологии NICOFLOK рекомендуется применять в качестве материала для устройства оснований при строительстве дорог I-V технических категорий, и покрытий на дорогах IV-V категорий [2].

Список используемой литературы

1 – Методические рекомендации по строительству дорожных одежд с основаниями из битумоминеральных смесей и местных каменных материалов, укрепленных малоактивными вяжущими или малыми дозами цемента

2 – Рекомендации по применению полимерно-минеральной композиции на основе редиспергируемых полимерных порошков и минеральных наполнителей NICOFLOK

РУССКИЙ МОСТ ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ БОСФОР ВОСТОЧНЫЙ

Бобрышев К.В. – студент, Калько И.К. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г.Барнаул)

Г.Владивосток – важнейший промышленный, транспортный, научный и культурный центр Приморья, крупнейший порт на тихоокеанском побережье России. Глубоководный пролив Босфор Восточный отделяет о.Русский от материка. Размеры острова составляют: длина около 18 км, ширина около 13 км. Остров Русский служил форпостом Владивостока, защищающим его с моря.

Поэтому строительство мостового перехода через пролив Босфор Восточный позволит создать оригинальную транспортную схему, включающую подходы от улично-дорожной сети г.Владивостока на полуострове Назимова с выходом на о.Русский на мысе Новосильского.

Из вариантного проектирования при сравнении 2-х типов висячего моста и 2-х типов вантового моста был выбран вантовый мост с центральным пролетом 1104 м, как наиболее экономичный по расходу основных материалов, так и по сокращению сроков строительства.

Конструкция мостового перехода определена, исходя из двух основных факторов:

Кратчайшее расстояние по акватории в месте пересечения мостового перехода – 1460 метров. Глубины фарватера достигают 50 метров.

Район строительства мостового перехода характеризуется сложными климатическими условиями: перепад температур от –31 до +37 градусов, скорость штормового ветра до 92 м/с, высота штормовой волны до 6 метров, в зимнее время отмечается образование льда толщиной до 70 сантиметров.

Основные параметры моста:

Схема моста: 60+72+3x84+1104+3x84+72+60 м

Общая длина моста — 1885,53 м

Общая протяженность с эстакадами — 3100 м

Длина центрального руслового пролета — 1104 м

Ширина моста — 29,5 м

Ширина проезжей части — 23,8 м

Число полос движения — 4 (2 в каждую сторону)

Подмостовой габарит — 70 м

Количество пилонов — 2, высота пилонов — 320,9 м, количество вант — 168 шт, самая длинная / короткая ванта — 578,08/181,32 м

Русловая часть мостового перехода запроектирована по схеме 60+72+3x84+1104+3x84+72+60 м в виде вантового двухпилонного пролетного строения. Мост двухпилонный с двумя плоскостями вант в поперечном сечении. Ванты расположены по схеме веер.

Фундаменты пилона и опор выполнены в виде высоких ростверков на свайном основании. Максимальные размеры железобетонной плиты ростверка под пилоны 21,5x90,5x15 метров. Сваи приняты буронабивными диаметром 2,0 метра с длиной до 40 метров. Вокруг ростверков пилонов устраиваются островки, служащие с одной стороны как основание для ростверка, с другой – выполняют функцию защиты пилонов от навала судов.

Технология сооружения ростверков опор №М6 и №М7 (пилонов) принята следующая:

- На дне пролива выполняется подготовка грунтового основания площадок под искусственный островки опор №М6 и №М7;
- С плавсредств по контуру ростверка опоры выполняется забивка маячных свай, установка направляющих каркасов и устройство шпунтового ограждения. С учетом опыта строительства шпунтовых ограждений в схожих геологических условиях, в ПОС принята 2-х кратная оборачиваемость шпунта;
- С помощью земснарядов производится засыпка шпунтовых ограждений песком с одновременным устройством по их наружному контуру каменной отсыпки.

- Укладка плит ПДН-14 под установку строительной техники. В ПОС принята трёхкратная оборачиваемость плит ПДН-14;
- Монтируются рабочие мосты от береговой линии пролива до островков, сооружаются рабочие площадки, эстакады и передвижные мосты под бурильные установки. Рабочие площадки, эстакады и передвижные мосты под бурильные установки изготавливаются из индивидуального прокатного металла с 70% от объёма металлоконструкций учетом в ССРСС трёх кратной оборачиваемостью.
- Выполняются работы по сооружению стенок из буросекущих свай;
- Производится извлечение шпунта;
- Производится разработка грунта в котлованах;
- Выполняются работы по сооружению буронабивных свай и бетонирование фундаментов под башенные краны;
- Монтируются башенные краны на минимальную высоту;
- Выполняются работы по подготовке оснований под ростверки опор №М6 и №М7;
- Монтируются опалубки ростверков опор;
- Производится поэтапное бетонирование ростверков опор до проектной отметки;

При сооружении ростверков опор №М6, №М7 максимальная высота при производстве монтажных работ составляет 15 м.

Пилоны вантового моста запроектированы с учетом повышенных архитектурных требований. Архитектурную составляющую можно считать чрезвычайно важной, т.к. данное сооружение будет являться доминантой г. Владивостока. А-образные пилоны вантового моста в надфундаментной части выполнены из монолитного железобетона. Каждый пилон представляет собой две стойки, объединенные распоркой в уровне балки жесткости и две распорки выше. При расчете на ветровые воздействия учитывалось различие между наветренной и подветренной стойками пилонов. Высота пилонов от уровня ростверков составляет 293,6 м. Пилоны, опоры боковых пролетов железобетонные, монолитные, сооружаются в объемно-переставной опалубке.

Для бетонирования пилонов используется самодвижущаяся подъемно-переставная опалубка фирмы DOKA. Благодаря своей модульной конструкции самодвижущаяся подъемно-переставная опалубка, независящая от крана, предлагает эффективное решение для хода строительства, независящего от погодных воздействий, и для максимальной безопасности на стройплощадке. Бетонирование пилонов производится с помощью оригинальной самоподъемной опалубки захватками по 4,5 метра. На первых трех захватках используется кран, далее опалубка начинает движение самостоятельно за счет гидравлического перемещения модульных элементов.

Под каждый из двух 320-метровых пилонов моста устраиваются 120 буронабивных свай (на пилоне М-7 со стороны острова Русского – с неизвлекаемой металлической оболочкой).

Конструкция, форма и геометрические размеры пилонов индивидуальны и меняют свои размеры по высоте, поэтому применяется индивидуальная опалубка, учитывающая особенности конструкции и геометрические особенности пилонов. Применяется, также индивидуальная опалубка монолитного железобетонного неразрезного железобетонного пролетного строения.

Все работы по бетонированию и набору прочности бетона пилонов с применением самодвижущейся подъемно-переставной опалубки фирмы DOKA, производятся под защитой технологического укрытия. Применение технологического укрытия является дополнительным мероприятием для ускорения набора прочности бетона, защитой от атмосферных осадков и позволяет производить бетонирование при отрицательных температурах.

Использование самоподъемной опалубки позволяет повысить качество и снизить сроки сооружения монолитных железобетонных конструкций в полтора раза.

Несущая конструкция центрального пролета – цельнометаллическая балка жесткости коробчатого сечения на всю ширину моста с четырьмя стенками (за крайние стенки производится крепление вант) с нижней и верхней ортотропной плитой проезжей части и системой поперечных балок и диафрагм. Высота наружной стенки 3,0 м, расстояние между внутренними стенками 7,8 м, между внутренними и наружными 9,3 м. По краям балки жесткости устраиваются обтекатели.

Продольные коробки воспринимают значительные усилия от сжатия, нарастающие к пилонам и моменты, возникающие поперек моста от воздействия ветра. Поперечные балки рассчитаны на воздействия поперек моста от вертикальных нагрузок и на моменты, вызванные закручиванием коробок. Сталь пролетного строения – 10ХСНД, максимальная толщина элементов коробок – 20мм; в местах узлов крепления вант – 40 мм. Конструкция пролетного строения имеет аэродинамическое сечение для восприятия нагрузок от ветра.

На центральном пролетном строении по верху ортотропной плиты проезжей части предусмотрена гидроизоляция «Eliminator» толщиной 4 мм, поверх гидроизоляции укладывается асфальт в два слоя: первый слой из литого асфальтобетона толщиной 40мм, второй из щебёночно-мастичного асфальтобетона толщиной 50 мм.

На высоте 197,5 м начинается зона крепления вант. Монтаж вантовых пар и бетонирование тела пилона будут проходить одновременно. Такое технологическое решение резко сокращает сроки строительства.

Ванты изготовлены из высокопрочных оцинкованных параллельных проволок Ф7,0 мм. Ванты полностью заводского изготовления и поставляются на строительную площадку в готовом к монтажу виде. Каждый вант заключен в экструдированную оболочку из полиэтилена высокого давления с заполнением межпроволочного пространства антикоррозионной смазкой. Эта оболочка служит для внешней защиты вант от коррозии, UV излучения и других воздействий окружающей среды. Оболочка имеет навивку во избежание дождевой вибрации ванта. Количество проволок в вантах составляет от 107 до 302 штук.

Монтажные соединения на сварке используются для продольных и поперечных стыков покрывающего листа ортотропной плиты и нижней ребристой плиты. Для стыков вертикальных стенок блоков, продольных ребер, поперечных балок и диафрагм применены монтажные соединения на высокопрочных болтах.

Крупносборные 12-метровые секции для монтажа центрального пролетного строения в специально отведенные «окна» доставляются баржами к месту сборки и поднимаются краном на 76-метровую отметку. Здесь 190-тонные элементы стыкуются и к ним крепятся ванты.

Мост на остров Русский будет одним из крупнейших вантовых мостов в мире, центральный пролет которого длиной 1104 м станет рекордным в мировой практике мостостроения.

У этого моста будут и самый высокий пилон, и самые длинные ванты.

Строительство моста на остров Русский будет завершено во втором квартале 2012 года. Мост, уникальный по основным параметрам, будет построен в рекордно короткие сроки – за 43 месяца.

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОГО ХОЗЯЙСТВА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Кривошейцев М. В. – студент, Хомякова О.В. – к.э.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Хорошо развитая транспортная инфраструктура Алтайского края является одним из важных факторов, увеличивающих его инвестиционную привлекательность. Транспортная система Алтайского края представлена железнодорожным, автомобильным, водным и воздушным транспортом.

Оснащенность региона транспортными магистралями превосходит среднероссийские показатели: так, сеть автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием в крае составляет 103 км дорог на тыс. кв. км территории (на конец года 2007 года), тогда как в среднем по России этот показатель составляет 37 км, а по Сибирскому федеральному округу – 21 км на 1 тыс. кв. км. Густота железнодорожных путей общего пользования в Алтайском крае превышает средний по стране уровень почти в два раза – 94 км путей на 10 тыс. кв. км территории (против среднероссийских 50 км) и является самой высокой в СФО (в среднем по округу – 29 км путей на 10 тыс. кв. км территории).

С точки зрения поддержания промышленных связей автомобильный транспорт играет существенно более скромную роль по сравнению с железнодорожным. Доля автомобильного транспорта в общем объеме перевозок грузов в Алтайском крае мала – 0,1%, в общем объеме грузооборота – 0,2%. В то же время он принципиально важен в обеспечении географической доступности региона, включения его в единую карту страны, а также обеспечения территориального единства края.

Состояние автомобильных дорог Алтайского края соответствует российским стандартам.

По итогам 2008 года объем перевозок грузов крупными и средними предприятиями автомобильного транспорта Алтайского края составил 184,8 тыс. тонн (83,4% к уровню 2007 года). В I квартале 2009 года перевозки достигли 83,3 тыс. тонн, что на 29,2% превысило результат I квартала пре предыдущего года, грузооборот крупных и средних предприятий автомобильного транспорта составил 7,3 млн. тонно-км (98,1% к уровню января-марта 2008 года).

Железнодорожный транспорт играет ведущую роль в транспортной системе Алтайского края – на его долю приходится свыше 95% суммарного объема грузооборота транспорта в регионе.

Эксплуатационная длина железных дорог на территории Алтайского края составляет 1584 км, развернутая – 2520 км, с учетом подъездных путей – 4,5 тыс. км. Преобладают магистрали федерального значения, использующихся для межрегиональных и транзитных перевозок. Электрифицированные участки – Барнаул – Черепаново, Алтайская – Артышта, Среднесибирская – Карасук. Железнодорожное сообщение имеют более половины административных районов края (37 из 60).

В текущем году РЖД намерено инвестировать в инфраструктуру железных дорог края более 3 млрд рублей. В частности, завершено строительство железнодорожного моста через Обь в районе г. Камень-на-Оби, это мощный инвестиционный проект, затраты на который составили около 5 млрд рублей. Но главное в том, что строительство этого моста позволит практически на треть увеличить основной грузовой ход на Западно-Сибирской железной дороге. Ведется реконструкция железнодорожных вокзалов в Бийске, Новоалтайске, Камне-на-Оби.

В целом за период 2009-2011 годов, в соответствии с соглашением, которое администрация Алтайского края и ОАО "Российские железные дороги" заключили в декабре 2008 года, холдинг инвестирует в развитие Алтайского отделения Западно-Сибирской железной дороги, в том числе, улучшение качества транспортного обслуживания населения и условий труда железнодорожников, около 10 млрд рублей. Эти средства помогут развитию транспортного хозяйства и укреплению экономического положения Алтайского края в Российской Федерации.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОРЕШЕТКИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дорофеев И.С. – студент, Хомякова О.В. – к.э.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Плачевное состояние, в котором на данный момент пребывает дорожная одежда, является непосредственным следствием многократных нагрузок без остаточных деформаций на неё. Использование георешётки приводит к тому, что дорожная одежда больше не зависит от надежности оснований, а за счёт этого сокращаются процессы деформации. Кроме этого, при использовании георешётки дорожное покрытие значительно увеличивает срок надежной службы, а материальные затраты на ремонт, который требует дорожная одежда, также будут уменьшены.

Именно георешётка позволяет сделать так, чтобы дорожная одежда была заменена по максимально низкой стоимости, что одинаково важно как на этапе дорожного строительства, так и во время дальнейшей эксплуатации.

Рассмотрим ключевые преимущества в сфере долговечности и надёжности, связанные с тем, что дорожная одежда будет укладываться с применением георешётки. Во-первых, дорожная одежда укрепляется за счёт того, что георешётка позволяет увеличить коэффициент сцепления формирующих её несвязных материалов. Если к георешётке прикладывается сконцентрированная нагрузка, то дорожная одежда будет определять места деформаций благодаря ячеистой структуре решётки. В дополнение к этому повышение жесткости конструкции, которая формирует дорожную одежду, осуществляется с участием сопротивления смежных с заполнителем ячеек и активного влияния внешней среды на ячейку и заполнитель.

Применяя георешётку, благодаря которой укрепляется дорожная одежда, Вы можете гарантировать следующие преимущества, вытекающие из взаимодействия георешётки и заполнителя:

• Дорожная одежда повышает изгибную жёсткость.

• Деформация, которую испытывает дорожная одежда на нижнем уровне земляного покрова, уменьшается за счёт увеличения нагрузки на полотно.

• На обочинах дорожная одежда оказывается стабильно закреплена благодаря использованию соответствующих несвязных материалов.

• Дорожная колея не укатывается, невзирая на показатели плотности земляного полотна.

На основе изучения статистических данных можно утверждать, что дорожная одежда с укреплением из георешётки повышает прочность конструкции более чем на 50 %.

Кроме того, стало известно, что, если дорожная одежда предполагает применение георешётки для усиления типового строительного материала, то в разы возрастает прочность слоев, укрепляемых с использованием георешетки. Дорожная одежда не деформируется даже под воздействием десятикратной нагрузки на её конструкцию.

Дорожные материалы более низкого качества идеально подходят для территорий, на которых дорожная одежда дорогая в плане транспортировки, либо отсутствует соответствующий заполнитель, что существенно сокращает расходы на транспортировку.

Рекомендуется применять георешётку, благодаря которой дорожная одежда повышает свою прочность, в тех случаях, если:

• Дорожная одежда, используемая в строительстве, относится к переходному типу;

• Используется низший тип покрова, за счёт чего дорожная одежда дополняется слоем растительного грунта.

• В течение указанного процесса не формируется жёсткая дорожная одежда.

• Наблюдается укрепление функциональных площадок общего назначения, например, дорожная одежда, применяется на территориях железнодорожных станций, автопарковочных зон и складских территорий;

• Присутствует причалы для речных или морских судов или переправы с низким уровнем воды;

• Дорожная одежда залегает на неглубоких подушках фундаментов.

АВТОМАГИСТРАЛЬ – ОДИН ИЗ ВАРИАНТОВ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РОССИИ.

Нелюбин П.Н. – студент, Хомякова О.В. – к.э.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

С развитием промышленности, увеличением количества транспортных средств, а также ростом объемов грузовых и пассажирских перевозок на автомобильном транспорте, в скором времени приведет к повышению интенсивности движения на автодорогах. Для обеспечения потребностей населения и отраслей экономики страны в перевозках необходимо создать развитую сеть безопасных скоростных автомобильных дорог.

В экономике страны автомобильный транспорт играет очень важную роль, обеспечивая 77% от общего объема грузоперевозок (около 7 млрд тонн в год) и 60% пассажироперевозок (около 27 млрд пасс. в год), выполняемых всеми видами транспорта. От качества работы пассажирского и грузового автотранспорта зависит себестоимость товаров и услуг, производительность труда, конкурентоспособность и эффективность работы всех отраслей экономики страны. В свою очередь, развитие сети автодорог определяет скорость и интенсивность обмена товарами и услугами, возможности освоения новых территорий и ресурсов, способствует повышению инвестиционного потенциала регионов и росту качества жизни населения.

В настоящее время из-за несоответствия уровня развития дорожной сети спросу на автомобильные перевозки, экономика и население страны несут значительные потери. Отставания в развитии автомобильных дорог от потребностей экономики приводит к существенным потерям, которые достигают 6% ВВП Российской Федерации.

С вводом скоростных дорог можно значительно снизились затраты товаропроизводителей на грузоперевозки за счет увеличения скорости движения транспортных потоков и повышения доступности дорожной сети. Перевозка груза по системе автомагистралей обходится на 17% дешевле, чем по другим дорогам страны. Сокращение затрат на производство и транспортировку товаров на огромном внутреннем рынке России, в свою очередь будет способствовать повышению конкурентоспособности российских товаров на мировых рынках.

Появление скоростных автомагистралей позволило бы сократить время в пути на междугородных связях на 20–45%. В городах автомагистрали могли бы играть важную роль в обеспечении транспортной подвижности городского населения, выполняя функцию опорной транспортной инфраструктуры, обеспечивающей скоростной режим движения мощных транспортных потоков, что дало бы в свою очередь возможность снизить часть нагрузки с городских улиц. На городских участках с сетью скоростных дорог экономия времени на транспортные передвижения, может достигать 60%. Что касается безопасности,

она тоже могла обеспечивать экономию в то количество денег, которое бы нанес ущерб от аварии, которых удалось бы избежать, благодаря высокому качеству скоростных дорог.

В общем сложно оценить положительный эффект потому, что автомобильные дороги сами по себе ничего не производят. Весь эффект от развития сети и повышения технического совершенства автомобильных дорог реализуется через работу автомобильного транспорта. Автомобильные дороги - это пути сообщения автомобильного транспорта. Ясно, что чем более развита сеть дорог, чем выше технический уровень и лучше техническое состояние дорог, тем эффективнее может работать автомобильный транспорт и тем выше его вклад в доходы предприятий и народного хозяйства в целом.