

**Секция "СТРОИТЕЛЬСТВО"**  
**Подсекция "Строительство автомобильных дорог и аэродромов"**

Научный руководитель – Меренцова Г. С., зав. кафедрой "САДиА", д.т.н., профессор.  
Секретарь – Хребто А. О., ассистент кафедры "САДиА".  
Конференция состоится 21 мая 2007 г., в 15<sup>15</sup>ч., ауд. №517 Гл.к.

**ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ  
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ «БИЙСК-БЕЛОКУРИХА» И  
«БИЙСК-МАРТЫНОВО-КУЗЕДЕЕВО»**

Ю.В. Ивлев– студент гр. АДА-31; Г.С. Меренцова– д.т.н., профессор

Проведён анализ конструктивных решений по устройству армирующих геосеток с выбором оптимальных вариантов с целью повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий для автомобильных дорог Алтайского края: «Бийск-Белокуриха» и «Бийск-Мартыново-Кузедеево». Для этого необходимо было определиться с конкретным выбором геосеток, которые позволят предотвратить основные деформации и разрушение в асфальтобетонных покрытиях, а именно, устранить температурные, отражённые и усталостные трещины.

Разработаны различные варианты использования геосетки при реконструкции автомобильной дороги «Бийск-Белокуриха», изложенные ниже.

Для разработки вариантов рационального применения геосетки в дорожной одежде необходимо было провести анализ исходного поперечного профиля автомобильной дороги «Бийск-Белокуриха» (ПК0-ПК126+30), а также состояние существующей дорожной одежды.

Существующая дорожная одежда состоит из трёх слоёв: дополнительный слой основания – гравийно-песчаная смесь (толщина 0,20 м), основание – песок, обработанный битумом (толщина 0,05 м), покрытие – цементобетон (толщина 0,20 м). Цементобетонное покрытие было построено в 1992 году и в настоящее время (по результатам обследования) не удовлетворяет требованиям по показателям ровности, шероховатости покрытия и сцепления колёс автомобиля с покрытием.

Проектом предусмотрено усиление существующей дорожной одежды выравнивающим слоем из асфальтобетона горячего пористого мелкозернистого II марки (толщина 0,03 м) и слоем из горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Б марки II (толщина 0,04 м). Также производится уширение дорожной одежды на 0,5 м щебёночной смесью С10 (толщина 0,20 м).

Анализируя данные проекта реконструкции можно сделать вывод, что при усилении дорожной одежды на существующее цементобетонное покрытие укладывается два слоя асфальтобетона. В результате этого в асфальтобетонном покрытии возникнут отражённые трещины. Также при уширении дорожной одежды в местах сопряжения старого и нового покрытия появятся деформации, что также приведёт к образованию трещин в асфальтобетоне. Для предотвращения возникновения отражённых трещин, а также для усиления асфальтобетонного покрытия предусмотрены следующие варианты использования геосетки (в соответствии с нормативными рекомендациями) при реконструкции дорожной одежды:

*армирование участка дороги «Бийск-Белокуриха» без выравнивающего слоя* – при этом геосетка укладывается на слой подготовленного цементобетонного покрытия на всю ширину дорожной одежды на ровном участке дороги, но с повышенным трещинообразованием. Эффект консервации старых трещин достигается за счет того, что сетка принимает на себя горизонтальные напряжения, и, тем самым, препятствует проникновению трещин из старого покрытия в новое.

*предупреждение трещин при уширении дороги «Бийск-Белокуриха»* - при этом в местах сопряжения старой и новой дорожной одежды часто возникают продольные трещины. Укладка сетки на эти участки способствует предупреждению трещинообразования. Данный вариант предусматривает укладку геосетки на стык старого цементобетонного покрытия и нового слоя из щебёночной смеси С10.

*усиление конструкции дорожной одежды автомобильной дороги «Бийск-Белокуриха»* - над участком дороги с колеиностью и выбоинами укладывается выравнивающий слой асфальтобетона. Далее, на выравнивающий слой, укладывается геосетка. Устранение или значительное уменьшение выбоин и колеиности достигается за счет того, что сетка перераспределяет вертикальные локальные нагрузки на большую площадь поверхности.

Выбор конкретного варианта устройства прослоек из геосеток осуществляется путём сравнения нескольких вариантов по технико-экономическим показателям.

Также разработаны варианты использования геосетки при реконструкции автомобильной дороги «Бийск-Мартыново-Кузедеево».

Для разработки вариантов рационального применения геосетки было необходимо провести анализ исходного поперечного профиля и проекта реконструкции автомобильной дороги «Бийск-Мартыново-Кузедеево» (ПК0-ПК125).

Существующая дорожная одежда на данном участке состоит из одного слоя: щебёночный материал (толщина 0,20 м). По результатам обследования сделан вывод о неудовлетворительном состоянии дорожной одежды в связи с наличием дефектов (трещин, выбоин, колеи).

Предусматривается усиление существующей дорожной одежды щебёночной смесью, укрепленной цементом М40 в количестве 4% (толщина 0,15 м), асфальтобетоном горячим пористым крупнозернистым I марки (толщина 0,06 м) и слоем из горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Б марки I (толщина 0,04 м). Также производится укрепление обочин дорожной одежды на 0,25 м щебёночной смесью С6 с розливом битума 2,5 л/м<sup>2</sup>.

Проводя анализ проекта реконструкции можно сделать вывод, что при усилении дорожной одежды на существующее покрытие из щебёночного материала укладывается слой щебёночной смеси, щебёночной смеси, укрепленной цементом и два слоя асфальтобетона. В результате этого в асфальтобетонном покрытии возникнут отражённые трещины (так как покрытие укладывается на слой, содержащий неорганическое вяжущее – цемент). Для предотвращения возникновения отражённых трещин в покрытии, а также для усиления конструктивного слоя из асфальтобетона предусмотрены следующие варианты использования геосетки при реконструкции дорожной одежды:

*армирование участка дороги «Бийск-Мартыново-Кузедеево» без устройства выравнивающего слоя* – при этом геосетка укладывается на слой основания (из щебёночной смеси С6, укрепленной цементом) на всю ширину асфальтобетонного покрытия на ровном участке дороги. Консервация трещин достигается за счет того, что сетка принимает на себя горизонтальные напряжения и препятствует проникновению трещин из укрепленного цементом основания в новое асфальтобетонное покрытие.

*усиление конструкции дорожной одежды автомобильной дороги «Бийск-Мартыново-Кузедеево»* - на участке дороги укладывается выравнивающий слой асфальтобетона. Затем, на выравнивающий слой, укладывается геосетка. Эффект состоит в устранении или значительном уменьшении колеиности, выбоин, деформаций и достигается за счет того, что сетка перераспределяет вертикальные локальные нагрузки на большую площадь поверхности.

Проведенный анализ конструктивных решений по устройству армирующих прослоек из геосеток позволил выбрать оптимальные варианты их использования с целью повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий для автомобильных дорог Алтайского края: «Бийск-Белокуриха» и «Бийск-Мартыново-Кузедеево». Данный анализ осуществлён в соответствии с «Инженерным проектом реконструкции автомобильной дороги Бийск-

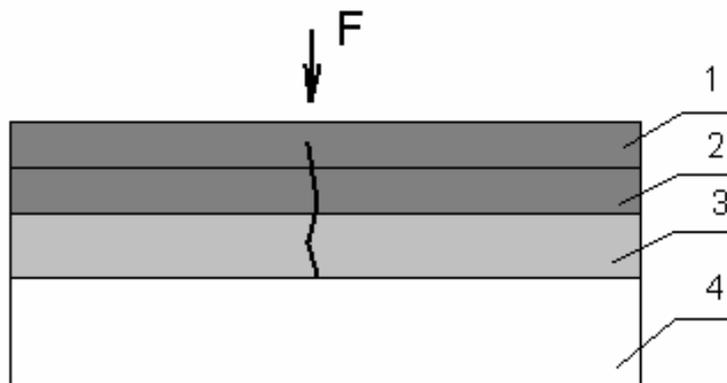
Белокуриха на участке км 44+700 – км 63+800 в Алтайском крае», «Инженерным проектом реконструкции автомобильной дороги Бийск-Мартыново-Кузедеево на участке км 162+350 – км 157+650, км 156+600 – км 144+000» и «Рекомендациями по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог».

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРЕЩИНОПРЕРЫВАЮЩИХ ПРОСЛОЕК В ДОРОЖНЫХ ОДЕЖДАХ

Г. С. Меренцова, д.т.н., профессор, Т. Г. Атаманова - соискатель

Основной причиной появления дефектов в дорожных покрытиях является возникновение и последующее развитие трещин.

Наличие цементобетона или укрепленных цементом слоев под асфальтобетонным покрытием предопределяет появление отраженных трещин, то есть перенос и распространение существующих трещин из нижнего в верхний слой (рис. 1).



1, 2 – верхний и нижний слой покрытия из асфальтобетона; 3 – цементобетонное основание; 4 – слой основания.

Рисунок 1 - Распространение отражаемой трещины

Проведены исследования по выявлению механизма затухания отраженных трещин. Затуханию отраженного трещинообразования способствует появление демпфирующей способности в структуре конструктивного слоя, которая связана, во-первых, с вязкостью материала в различных внешних условиях, во-вторых, с наличием пор, выполняющих роль демпферов, гасящих развитие трещин.

Так, при реконструкции автомобильных дорог развитие отраженных трещин в асфальтобетонном слое можно замедлить путем устройства между верхним асфальтобетонным слоем и старым цементобетонным покрытием трещинопрерывающей прослойки крупнопористой структуры. Слой, уменьшающий трещинообразование представляет собой крупнозернистую асфальтобетонную смесь с открытой гранулометрией, содержащей до 25% сообщающихся между собой воздушных пустот, образованных межзерновым пространством.

За рубежом все более широкое применение находят новые типы многослойных асфальтобетонных покрытий, включающие крупнозернистый асфальтобетон. Развитие подобных исследований ведет к нормированию нового показателя – демпфирующей характеристики, которая связана с вязкостью материала в различных внешних условиях. При этом весьма важно выявить вязкость асфальтобетонов по показателям затухания упругих деформаций, возникающих при движении автомобилей.

Наряду с применением геосинтетических материалов наиболее действенной и простой технологической мерой снижения концентрации напряжений в покрытии над трещинами в жестких и полужестких основаниях является устройство между покрытием и основанием трещинопрерывающей прослойки.

В качестве трещинопрерывающих прослоек рекомендуем использование материалов (черный щебень, щебень расклинцованный битумно-песчаной смесью, песчано-гравийная смесь, щебень или гравий, обработанные органическим вяжущим – битумом, битумной эмульсией). Пластические деформации этих прослоек подавляют образование отраженных трещин в покрытии.

Толщина прослойки назначается в соответствии с расчетом, в зависимости от категории дороги и материала трещинопрерывающей прослойки. При этом необходимо толщину прослойки из обработанного материала суммировать с толщиной нижележащего слоя основания из укрепленного материала.

Рекомендуется также применение трещинопрерывающей прослойки из битумо-вязких материалов толщиной 10-18см при реконструкции дорог с бетонной одеждой при большом количестве трещин и разрушений. Установлено, что трещинопрерывающие слои обеспечивают не только прерывание трещин, но и выравнивание основания, что немаловажно для конструкций, находящихся в эксплуатации.

Дорожная конструкция при наличии трещинопрерывающих прослоек менее жесткая, что создает благоприятные условия работы асфальтобетонного покрытия. При этом модуль упругости на поверхности покрытия может быть несколько ниже, чем в конструкции без прослоек, но в пределах требуемых значений. Одновременно улучшаются деформативные характеристики асфальтобетонов, что повышает трещиностойкость покрытий.

Повышению трещиностойкости асфальтобетонных покрытий также способствует использование тонкого слоя асфальтобетона, приготовленного на полимербитумном вяжущем. Выявлена эффективная полимерная добавка, повышающая как сдвигоустойчивость асфальтобетона, так и водостойкость покрытия, которая способствует повышению трещиностойкости покрытия.

В результате введения полимерной добавки уменьшаются кинетические эффекты в процессе разрушения, так как для структуры асфальтобетона характерна высокая вязкость разрушения и за счет свойств полимербитумного вяжущего запасенная энергия расходуется на пластическую деформацию, а не на увеличение скорости разрушения при трещинообразовании. Как известно, в более вязких материалах требуется повышенное количество энергии для разрушения.

Применение апробированных способов предотвращает трещинообразование на покрытиях автомобильных дорог, дает значительный экономический эффект, за счет сокращения затрат на ремонт.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ**

А.В.Литовченко - студентка гр.АДА-32, Г.С.Меренцова - д.т.н., профессор

Транспортные развязки на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог в разных уровнях проектируют и строят в зависимости от категории и прогнозируемой интенсивности движения с обеспечением соответствующей пропускной способности отдельных элементов и участков пересечения.

Актуальность строительства транспортных развязок заключается в обеспечении пропускной способности главных транспортных магистралей общего пользования, а также в городских условиях.

При проектировании развязки необходимо максимально использовать особенности рельефа местности и пространственного положения дорог для создания возможности и понимания. Для этого необходимо:

- всемерно избегать на пересекающихся дорогах большой кривизны в плане и продольном профиле;
- при криволинейном характере трассы проектируемой дороги стремиться к смене кривизны на ней вблизи пересечения с другой дорогой, с тем чтобы планируемая развязка

движения вместе с путепроводом оказались на прямолинейном участке, а кривизна дороги и вираж благоприятствовали расширению поля видимости развязки на определенном удалении от нее - справа по ходу движения;

- пересекаемые дороги более низких категорий трассировать по возможности поверху;
- участки принятых решений размещать на подходах по возможности в пределах вогнутых вертикальных кривых;
- обеспечивать максимально возможные глубину и ширину видимости полотна дороги со стороны примыкающей к ней ramпы соответствующим вертикальным решением с применением максимальных радиусов выпуклых кривых и предельно возможным раскрытием выемок;
- создавать минимально возможные углы примыкания ramп к переходно-скоростной полосе;
- в зависимости от категории пересекающихся дорог и их транспортного значения развязки проектировать таким образом, чтобы скорость движения в пределах узла пересечения оставалась не менее 80 км-час;
- избегать размещений в пределах развязок движения объектов обслуживания, являющихся источниками дополнительных помех.

В пределах развязки движения маневры разделения и слияния потоков выполняются на участках ответвления и примыкания соединительных ramп к пересекающимся дорогам. В зависимости от интенсивности меняющегося направления движения транспортного потока и местных условий могут рассматриваться очертания ramп для организации правоповоротного и левоповоротного маневров.

Взаимным расположением между пересекающимися дорогами соединительных ramп для правоповоротного и левоповоротного движений можно получить практически любую схему транспортной развязки. Например правоповоротных ramп в сочетании в каждом квадрате с петлеобразной ramпой приводит к схеме «клеверный лист». Ее применение целесообразно на пересечениях дорог высоких категорий, когда величина транспортных потоков по взаимосвязанным направлениям значительно меньше интенсивности прямого движения по каждой из дорог. К преимуществам схемы «клеверный лист» можно отнести и наличие только одного путепровода. Такая схема является наиболее благоприятной и для возможной последующей ее реконструкции при необходимости повышения пропускной способности по одному или двум левоповоротным направлениям путем создания прямого левоповоротного движения по двухполосным ramпам. Левоповоротные петли должны проектироваться на первую очередь эксплуатации с учетом возможного уширения проезжей части дорог в дальнейшем. Для этого необходимо предусматривать и соответствующие размеры искусственных сооружений.

Если прогнозируемая интенсивность движения на двуполосных межпетлевых участках переплетения будет больше их пропускной способности, то следует предусмотреть на наиболее напряженных левоповоротных направлениях одну, две и более ramп для организации прямого левоповоротного движения с обходом точки пересечения дорог справа или слева. В таких случаях получают комбинированные схемы, состоящие из комбинации различных по конфигурации соединительных ramп. Возможно и совмещение двух левоповоротных потоков разных направлений на одном искусственном сооружении, что способствует снижению строительной стоимости.

Примером такого совмещения левоповоротных движений на одной эстакаде является транспортная развязка Московской площади в городе Киеве и транспортная развязка на пересечении Ушаковской набережной с улицы Академика Крылова в Санкт-Петербурге.

Транспортная развязка на Московской площади в городе Киеве включает в себя следующие сооружения: основная эстакада длиной 430 м, шириной 29,1 м на горизонтальной кривой  $R=900$  м; въезд длиной около 100 м шириной 12,3 м на горизонтальной кривой  $R=50$  м; съезд длиной около 70 м шириной 10,8.

Транспортная развязка на пересечении Ушаковском набережной с улицы Академика Крылова в Санкт-Петербурге. Общая длина 580 м. Эстакада рассчитана на пропуск 4-х полос движения с устройством 4-х полос безопасности по 1.0 м и двух тротуаров по 0.75 м. Пролетное строение индивидуальной проектировки – цельнометаллическое неразрезное, с ортотропной плитой проезжей части, девятипролетное, криволинейное в плане.

Ввиду большого многообразия возможных проектных решений выбор схемы должен производиться в каждом конкретном случае на основе сопоставления конкурентоспособных вариантов по технико-экономическим показателям, приведенной стоимости. В каждом конкретном случае при проектировании следует непременно учитывать и принимать во внимание факторы, способствующие в той или иной мере повышению безопасности движения на подходах и в пределах развязки движения.

## **НОВОЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ, ОБСЛЕДОВАНИИ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Н.В. Перфильев, А.А. Пудовкин, студенты гр.АДА-31; И.К. Калько, доцент

Разработка проектов содержания особенно актуальна для вновь построенных внеклассных мостовых переходов, так как позволяет в наибольшей степени сохранить их конструктивные элементы. Как известно, восстановление конструктивных элементов, в случае допущения преждевременного износа, требует наиболее дорогостоящих мероприятий.

В 2001-2002 годах был разработан проект эксплуатации внеклассного моста через реку Обь вблизи г. Сургута, имеющего вантовое пролетное строение, выполненное по индивидуальному проекту. Основной целью работы было обеспечение эффективного и своевременного решения комплекса инженерно-управленческих задач по эксплуатации моста для обеспечения рационального планирования и распределения финансовых и материально-технических ресурсов, повышения безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности.

Следует отметить, что при разработке подобных проектов эксплуатации внеклассных мостов сегодня одной из основных трудностей является дефицит нормативных документов, регламентирующих применение тех или иных видов работ, их периодичность, стоимость, потребность в основных видах ресурсов. Большинство документов, которые использовались в проекте, устарело и требует переработки. Кроме того, все существующие нормы почти не учитывают особенностей эксплуатации внеклассных мостовых сооружений.

Несмотря на то, что все существующие на данный момент нормативные и инструктивные документы были использованы при разработке проекта, они не смогли обеспечить должного обоснования применяемых при эксплуатации моста мероприятий и их характеристик. Отчасти это было вызвано уникальностью сооружения, имеющего рекордный для однопилонных вантовых мостов пролет длиной 408 м.

Особенностями сооружения являются также большая общая длина моста, составляющая 2110 погонных метров, насыщенность электротехническими эксплуатационными устройствами (подсветка, термоподогрев, мониторинг, видеонаблюдение и т.п.), наличие ряда конструктивных элементов индивидуального проектирования. В проекте особое внимание уделялось суровым погодным условиям эксплуатации. В проекте также учитывались особенности расположения моста, в непосредственной близости от которого находится железнодорожный мост. В связи с этим вопросы навигации рассматривались в едином комплексе для обоих сооружений. Кроме того, габариты пилона моста пересекаются с областью снижения самолетов при заходе на посадку в аэропорт, что требует разработки мероприятий по аэронавигационной сигнализации.

В 2001-2005 годах был также разработан ряд проектов эксплуатации других внеклассных мостовых переходов. К числу уникальных сооружений, для которых были разработаны проекты эксплуатации, относятся: мост через Северную Двину в г.

Архангельске, арочный мост через Иртыш в г. Ханты-Мансийске, арочный мост через Иртыш в г. Тара Омской области, вантовый мост через реку Шайтанку в г. Салехарде с рестораном на вершине пилона и мост через Кольский залив в г. Мурманске.

Особенностями этих сооружений, кроме индивидуальности их несущих конструкций и большой протяженности, является многообразие электротехнических и электронных эксплуатационных устройств, наличие судоходства, необходимость более подробного надзора, включающего, как правило, долговременные инструментальные наблюдения и мониторинг. В большинстве случаев задача усложняется также необходимостью учета суровых погодных условий, особенностей климата и расположения объектов.

Например, мост через реку Шайтанку в г. Салехарде, на вершине пилона которого размещен трехъярусный ресторан, кроме традиционных для мостов видов оборудования, имеет комплексы тепло- и водоснабжения, вентиляции, канализации, системы пожаротушения, скоростные лифты в стойках пилона, разнообразные системы подсветки и освещения и другие сложные элементы систем жизнеобеспечения. Причем эксплуатация мостового перехода осуществляется в условиях Заполярья и вечной мерзлоты.

Основными средствами реализации поставленных задач было применение в проектах передовых технологий содержания, качественно новых материалов, нормативов, прогрессивного ресурсного метода расчета затрат, проведение подробных натурных обследований конструкций мостов и применяемых технологий. Учитывая уникальность сооружений, в ряде случаев был проведен хронометраж выполнения работ по содержанию.

В составе проектов были разработаны подробные технологические карты по всем основным видам работ по эксплуатации, требования к эксплуатационному состоянию конструкций, вопросы техники безопасности, рассчитаны необходимые материально-технические и трудовые ресурсы. Как правило, каждый проект имел следующие разделы, определяемые особенностями сезонных работ по эксплуатации, а также разновидностями конструкций и оборудования: зимнее содержание, летнее содержание, сверхнормативные работы по содержанию (профилактика и планово-предупредительные работы), электротехнические работы, надзор.

Сегодня наиболее слабым звеном системы содержания является блок контроля качества как нормативных работ по уходу, так и профилактики и планово-предупредительных работ. Контроль качества работ по уходу производится по результату при оценке уровня содержания в соответствии с разработанным руководством.

Основной целью при разработке технологических карт в составе проекта эксплуатации мостового перехода является объединение в одном документе области применения, требований к технологии и организации выполнения работ, номенклатуры применяемых материальных ресурсов (оборудование, инвентарь, материалы), рекомендаций по производству работ, требований к качеству и приемке работ, требований правил техники безопасности, определения потребности в ресурсах и калькуляции сметных норм применительно к каждому отдельному циклу работ по содержанию.

Для проектирования сложных работ регламентируется ширина раскрытия трещин, площадь зоны распространения дефектов поверхности, глубина дефектов структуры и другие параметры, определяющие применение конкретной технологии.

В процессе разработки проектов эксплуатации для вновь строящихся объектов был сделан вывод о том, что они должны выполняться двухстадийно. Первая стадия проекта эксплуатации должна выполняться параллельно с разработкой рабочего проекта строительства объекта, вторая - в период завершения строительных работ, с учетом произошедших изменений, результатов обследований и приемочных испытаний. Данная стратегия была использована в процессе разработки проекта эксплуатации моста через Кольский залив в г. Мурманске общей длиной 1613,16 м, когда в ходе проектирования производились не только тщательные обследования, но и статические и динамические приемочные испытания объекта.

Параллельно разработке проекта эксплуатации моста через Кольский залив был произведен анализ проектной и исполнительной документации, тщательное обследование конструкций сооружения, выявление дефектов, снижающих грузоподъемность, долговечность и безопасность движения, приборное обследование несущих конструкций, статические и динамические испытания пролетных строений моста подвижной нагрузкой, оценка грузоподъемности пролетных строений с учетом фактического технического состояния, планово-высотные геодезические съемки объекта.

Проведенный комплекс работ позволил не только дать оценку фактического технического состояния сооружения, но и получить исходные данные для проведения всех видов надзора, который должна будет производить эксплуатирующая организация в составе комплекса работ по нормативному содержанию объекта.

## **УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ НЕЖЁСТКИХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Н.В. Перфильев – студент группы АДА-31; Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

В последнее время на асфальтобетонных покрытиях дорог даже на ранней стадии их эксплуатации появляются деформации и разрушения в виде колееобразования, выбоин, сеток трещин, шелушения, выкрашивания. Развитие в области автомобилестроения привело к созданию транспортных средств, обладающих повышенными динамическими качествами и грузоподъемностями. Значительно увеличилась интенсивность движения автомобильного транспорта, возросли нагрузки на ось грузовых транспортных средств, заметно выросла доля многоосных грузовых автомобилей в составе транспортных потоков. Дефекты на дорожных покрытиях год от года доставляют все больше проблем. Они ухудшают ровность покрытий и, соответственно, снижают скорость, приводят к увеличению затрат на эксплуатацию автомобилей, а самое главное — уменьшают безопасность дорожного движения.

За последние 20 лет были разработаны новые материалы на основе минеральных вяжущих. Создано поколение высокофункциональных (высокопрочных) бетонов. Эти бетоны обладают высокой прочностью на растяжение при изгибе ( $B_{tb} 6,4$ ) и при сжатии ( $B 80$ ), морозостойкостью ( $F 300$ ), трещиностойкостью, самоуплотнением, ранним набором прочности (50 МПа при сжатии в возрасте одних суток). Изначально высокопрочные бетоны были разработаны для промышленного и гражданского строительства. Но со временем появилась возможность разработать технологию ремонта асфальтобетонных покрытий с использованием модифицированных цементобетонов.

Высокопрочные бетоны получают из стандартных материалов выпускаемых промышленностью. Высокие физико-механические свойства могут быть достигнуты за счет снижения водоцементного отношения (не выше 0,35) и введения добавок полифункционального действия. Модификаторы цементобетона были разработаны на базе лаборатории химических добавок и модифицированных бетонов и представляют собой агрегат из ультрадисперсных частиц микрокремнезема, равномерно покрытых затвердевшей адсорбционной пленкой из молекул суперпластификатора С-3 и других органических компонентов модификатора.

Разработан целый ряд модификаторов для получения бетонов с различными свойствами. На основе выполненного анализа установлено, что в качестве материала для ремонта асфальтобетонных покрытий могут найти применение бетоны, модифицированные добавками типа МБ 10-01 и МБ 10-3ОС. В состав модификаторов входит суперпластификатор С-3, массовая доля которого составляет 10,5 процента. Насыпная плотность модификаторов составляет  $775 \text{ кг/м}^3$ .

Область применения технологии ремонта распространяется на места остановок маршрутных транспортных средств, перекрестки автомобильных дорог, участки разгона - торможения автомобилей и участки дорог, подверженные интенсивному колееобразованию и разрушениям.

В качестве материалов для приготовления бетонов применяется гранитный щебень марки 1200; песок природный с  $M_{кр} 2,5$ ; цемент марки М400; воздухововлекающую добавку СНВ, модификаторы МБ 10-01 или М10-30С.

Для обеспечения совместной работы модифицированного цементобетона и асфальтобетона требуется достижение максимального сцепления между этими слоями. Наибольшая прочность сцепления слоев достигается в случае укладки цементобетонной смеси на отфрезерованную поверхность асфальтобетонного основания с предварительной ее обработкой цементно-коллоидным клеем или водой.

Разработанная технология ремонта асфальтобетонных покрытий предусматривает выполнение следующих операций:

- подготовка асфальтобетонного покрытия;
- укладка, уплотнение бетонной смеси и отделка ее поверхности;
- уход за свежеложенным бетоном;
- нарезка и герметизация швов в цементобетонном покрытии.

Подготовка асфальтобетонного покрытия включает в себя операции по фрезерованию асфальтобетонного покрытия на глубину 5-8 см, очистке отфрезерованной поверхности; разделке, очистке и герметизации трещин; разметке мест сквозных трещин на асфальтобетонном покрытии.

Очистку участка покрытия после фрезерования производят водой под высоким давлением и сжатым воздухом. После очистки покрытия проводится его обработка цементно-коллоидным клеем с целью обеспечения сцепления между слоями асфальто- и цементобетона для совместной работы слоев.

Основной технологической операцией является укладка бетонной смеси толщиной 5-8 см на подготовленное асфальтобетонное покрытие. Укладку производят бетоноукладчиком или вручную в зависимости от объемов работ по ремонту. Уплотнение бетонной смеси осуществляют рабочими органами бетоноукладчика или виброрейками.

Сразу после проведения работ по уплотнению бетонной смеси и отделке поверхности производят уход за свежеложенным бетоном. Уход выполняют с применением пленкообразующих материалов типа ВПМ и ВПС-Д или других.

Заключительные операции ремонта - нарезка и герметизация швов. Нарезку швов производят инструментом с алмазными дисками через 4-5 часов после укладки смеси. Устраивают сквозные и ложные швы. Ширина сквозных швов в цементобетонном покрытии не превышает 8 мм, а ложных 3 мм. Сквозные швы нарезают на полную толщину цементобетонного покрытия в местах образования сквозных трещин на асфальтобетонном покрытии. Ложные швы устраивают на половину толщины цементобетонного покрытия через 1,5-2,5 м в продольном и поперечном направлениях с образованием квадратных плит.

Прочность бетона на отремонтированных участках находится в пределах 80-100 МПа прочность бетона при сжатии, характеризует высокую износостойкость ремонтного материала, стойкость против скалывания и истирания, ударную стойкость.

Рассматриваемая технология ремонта способствует повышению эффективности ремонта асфальтобетонных покрытий и увеличению межремонтных сроков службы. Применение модифицированного цементобетона позволяет подойти к решению проблемы устранения выбоин, трещин, колеобразования и других деформаций и разрушений на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог с принципиально новой позиции.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТРАМВАЙНЫХ ПУТЕЙ**

Н.В. Чуб – студент гр.АДА-21, Е.В. Строганов – аспирант,  
Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

Применение традиционной рельсошпальной конструкции на городских улицах имеет ряд недостатков. Среди них – разрушение примыкающего к путям дорожного покрытия, шум

и вибрация, постепенное разрушение зданий, частые ремонты путей, повышенный износ вагонного парка, снижение скорости движения трамваев. Поэтому поиск рациональных технологий строительства трамвайных путей на современном этапе развития общества имеет актуальное значение.

За последние годы был применен целый ряд нетрадиционных для России, но хорошо зарекомендовавших себя в Европе технологий и конструкций трамвайных путей, позволяющих исключить или свести к минимуму эти недостатки. Суть технологии состоит в применении монолитного железобетонного основания толщиной 30 см, эластичной поливки из битумной мастики под рельс, установке в пазухи рельса специальных вкладышей и использовании эластичных битумных мастик на примыкании головки рельса к дорожному покрытию. Рельс крепится к железобетонному основанию при помощи анкерных болтов, которые замоноличиваются в высверленные в плите углубления на специальном клеевом составе. При этом практически исключается передача колебаний рельса примыкающему дорожному покрытию и предотвращается его разрушение (рисунок 1).

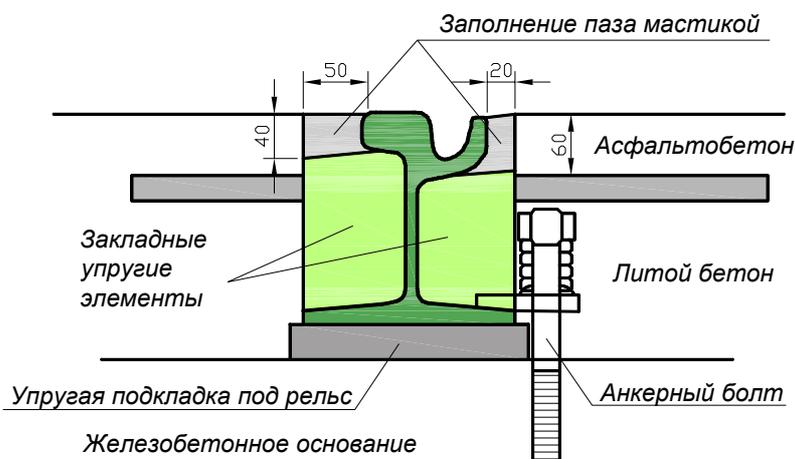


Рисунок 1 – Схема монтажа рельс на железобетонное основание

Применение данной технологии позволяет значительно увеличить срок эксплуатации трамвайных путей (расчетный срок службы основания – 50 лет), увеличить скорость движения трамваев, значительно снизить шум и вибрацию, увеличить пропускную способность улиц за счет движения автотранспорта по качественному покрытию межрельсового пространства. В частности, по такой технологии были реконструированы трамвайные пути на Литейном, Владимирском, Среднеохтинском проспектах, набережной Обводного канала, Заневской площади и Заневском проспекте и других улицах города Санкт-Петербург. Этими же преимуществами обладает и конструкция путей голландской технологии, которая использовалась при ремонте Большой Зелениной улицы на Петроградской стороне на участке от Барочной улицы до набережной Адмирала Лазарева. Здесь несущая конструкция состоит из непрерывно армированной железобетонной подрельсовой плиты, на поверхности которой устроены два продольных желоба, в которые заделаны рельсы. Рельс опирается на упругую прокладку, приклеиваемую ко дну желоба и слой полиуретановой композиции, заполняющий зазор между упругой подкладкой и подошвой рельса. Для экономии дорогостоящей полиуретановой композиции, поставленной для первого объекта из Голландии, в пазухи рельсов устанавливаются полиэтиленовые трубы (возможны другие варианты заполнения пазух, например, резиновыми вкладышами). Установка рельсов в проектное положение выполняется с помощью регулировочных прокладок и клиньев для подуклонки и горизонтальной рихтовки рельсов. Окончательная фиксация рельсов в желобах происходит при полимеризации полиуретановой композиции, заливаемой в желоба.

Главными недостатками конструкций трамвайных путей на монолитном железобетонном основании являются необходимость длительного выдерживания бетона до

достижения 70% прочности для открытия трамвайного движения и низкая ремонтпригодность – как самих путей, так и инженерных сооружений, расположенных под железобетонной плитой. Ускорить процесс затвердевания монолитного железобетонного основания можно использованием комплексной химической добавки, содержащей ускоритель твердения – соли  $MgCl_2$  в количестве 0,6-0,7% от массы цемента. Установление оптимального содержания ускорителя твердения позволяет вдвое сократить период достижения необходимой прочности бетона. А свести к минимуму вышеуказанные недостатки и сохранить при этом все преимущества железобетонного основания позволяет сборное основание из предварительно напряженных аэродромных плит ПАГ размерами 6,0x2,0 м. Они способны воспринимать многотонные нагрузки и быстро монтируются. При этом возможна как поперечная, так и продольная укладка плит.

Примером укладки трамвайных путей на сборном железобетонном основании также является конструкция, применяемая в Чехии. В желоба плит шириной 2,2 м и толщиной 0,18 м устанавливаются на резиновую прокладку и фиксируются резиновыми боковыми фиксаторами бесшпалочные рельсы. Длина плит может быть различной, вплоть до 6 м.

Также удачным решением сборных покрытий в трамвайных путях являются резиновые плиты, разработанные в Германии.

Использование современных технологий укладки путей поможет снизить негативное воздействие трамвая на улично-дорожную сеть за счет снижения уровня шума и вибрации, увеличения межремонтных сроков службы трамвайных путей, уменьшения износа вагонного парка.

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «БИЙСК-БЕЛОКУРИХА»**

А.С.Павлов, А.С. Пашенко – студенты группы АДА-21,  
Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

Ежегодный прирост интенсивности движения по автомобильной дороге «Бийск – Белокуриха» приводит к тому, что пропускная способность её постепенно снижается и повышается аварийность и опасность на участках. На перспективу наблюдается тенденция роста грузового движения из – за увеличения объема грузоперевозок, при этом, легковое движение уменьшаться не будет.

Существующая интенсивность движения – 1220 автомобилей в сутки и расчетная перспективная интенсивность движения – 2120 автомобилей в сутки объясняют необходимость реконструкции автомобильной дороги «Бийск – Белокуриха» по нормативам III технической категории.

Практически на всем протяжении участка автомобильной дороги уклон проезжей части и обочин не соответствует нормативному уклону. По данным изысканий и ежегодной диагностики дороги дорожная одежда находится в неудовлетворительном состоянии, а именно:

1. Ровность покрытия не соответствует нормативному значению на всем протяжении трассы. Состояние покрытия проезжей части автомобильных дорог по продольной ровности оценивают путем сравнения фактических показателей ровности с предельно допустимыми. Дорожное покрытие удовлетворяет требуемым условиям эксплуатации по ровности, если величина фактического показателя ровности меньше предельно допустимого значения ли равна этому значению. Исходя из показателей ровности на существующем участке, дорожное покрытие не удовлетворяет требуемым условиям по ровности примерно в 3 раза.

2. Сцепление не соответствует нормативному значению на всем протяжении трассы. Проведенный анализ состояния автомобильной дороги показал, что фактическая величина коэффициента сцепления меньше предельно допустимой величины на всем протяжении трассы примерно в 1,5 раза.

Реконструкция автомобильной дороги включает в себя изменение профиля земляного полотна путем уполоаживания откосов с 1:1,5 до 1:4.

При уширении дорожной одежды предусматривается устройство продольных ровиков, а также усиление дорожной одежды слоями асфальтобетонной смеси, под которые должен быть уложен выравнивающий слой. Проектом реконструкции предусмотрен ремонт водопропускных труб, а также их полная замена на участках, не соответствующих водопропускным характеристикам.

## **ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ОТХОДАМИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Н.В. Перфильев - студент гр. АДА-31, А.О. Хребто – ассистент,  
Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

Строительство автомобильных дорог в настоящее время имеет огромное значение в развитии народного хозяйства. Одной из проблем для Алтайского края является дефицит и стоимость доставки прочных каменных материалов, что создает некоторое затруднение при строительстве автомобильных дорог. Проблема обеспеченности дорожно-строительными материалами может быть решена путем более широкого применения в конструктивных слоях дорожных одежд композиционных материалов на основе грунтов, побочных продуктов и отходов промышленности, различных вяжущих веществ, из которых наиболее часто используются щебень, известь, битум и материалы нефтяного происхождения. В большинстве районов сырьем могут служить такие отходы промышленности как гранулированные доменные шлаки, золы от сжигания сланцев, глиноземные шламы, отходы химических производств и др.

Применение золошлаковых отходов от сжигания различных видов твердого топлива для сооружения земляного полотна и устройства дорожных оснований и покрытий автомобильных дорог является эффективным направлением в дорожном строительстве, так как позволяет сократить расход дорогостоящих вяжущих материалов и позволяет использовать местные широко распространенные в различных регионах отходы промышленности.

Целью работы была разработка методов, способствующих широкому применению в дорожном строительстве зол-уноса для устройства различных конструктивных слоев укрепленных оснований, а в ряде случаев и покрытий автомобильных дорог.

Использование укрепленных грунтов способствует снижению стоимости дорожного строительства. Применение данной технологии оправдано в регионах лишенных природного каменного материала. Помимо прочих проблем решается вопрос утилизации отходов промышленности. Одной из задач при проведении экспериментов было определение механической долговечности структуры укрепленных грунтов. Техническим результатом ожидается оценка показателя сцепления полиминеральных включений, входящих в состав укрепленных грунтов.

Для оценки прочности при разрыве образцов укрепленного грунта была разработана методика проведения данного эксперимента, которая включила в себя учет особенностей при приготовлении образцов укрепленного грунта для проведения эксперимента, а также разработка конструкции прибора для испытания на разрыв образцов укрепленного грунта и оценки механической долговечности контактной зоны.

Конструкция прибора включает в себя следующие основные части: металлическая рама, разъемная обойма, в которую помещается испытываемый образец, тросо-блочная система, служащая для передачи усилия от груза к образцу. Образцы, изготовленные для испытаний, имеют форму цилиндров с скорректированной площадью поперечного сечения.

Разработанная методика позволяет оценить предел прочности на растяжение образцов укрепленного грунта, а также механическую долговечность, учитывающую силы адгезии и когезии элементов сформированной структуры. Установление значений механической долговечности для различных составов укрепленных грунтов позволяет выявить наиболее

оптимальную структуру с учетом ее состава, с рекомендацией для наиболее рационального использования в конкретных условиях.

В результате проведенной работы удалось оценить оптимальные составы укрепленных грунтов, характеризующиеся повышенной эксплуатационной надежностью.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Н.Ю. Рыжиков, А.С. Зименков– студенты гр. АДА-32,

Г.С. Меренцова–д.т.н., профессор.

Критериями для назначения ремонта покрытия являются снижение ровности до предельно допустимых значений и накопление деформаций и разрушений. Снижение ровности в поперечном направлении обусловлено образованием колеи. Верхний слой асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог нуждается в обновлении или замене через 4- 5 лет.

Традиционный способ капитального ремонта дорожной одежды- способ перекрытия -заключается в устройстве выравнивающего слоя, слоя усиления и слоя износа поверх существующего. Недостатком способа перекрытия является появление в новых слоях отраженных трещин, что приводит к снижению межремонтного срока дорожной одежды до 8-12 лет – вместо 15.

В настоящее время разработаны новые методы ремонта покрытия. При этом поврежденный слой удаляют фрезерованием (обычно на глубину 5 см) , а на его место укладывают новый. Метод горячей регенерации, известный в России больше как метод термопрофилирования, предназначен для восстановления верхнего слоя покрытия. Он заключается в разогреве верхнего слоя покрытия, рыхлении его, добавлении, если необходимо, новой асфальтобетонной смеси и регенерирующей добавки, перемешивании, распределении смеси в виде слоя уплотнения его.

С течением времени в силу разных причин проезжая часть приобретает ряд дефектов:

- провалы под нагрузкой в силу локальной слабости грунта под щебеночным основанием;
- осадки грунта, а затем и основания из-за локальной водонасыщенности подземных слоев, которую зачастую невозможно учесть при проектировании;
- осадки грунта, а затем и основания из-за протечек водо-, теплоснабжения и канализации;
- разрушения конструкций дороги, происходящие при прокладке средств связи, энергоснабжения;
- разрушения при устранении аварий на коммуникациях;
- отсутствие контроля за восстановлением конструкций дорог после работ;
- разрушение асфальтобетонных слоев под воздействием нагрузок, применение некачественного асфальтобетона, некачественных укладки и уплотнения;
- некачественной, либо недостаточной подготовки поверхности (вода, грязь, отсутствие обработки битумной мастикой) перед укладкой, либо некачественным уплотнением;
- макроразрушение полотна, щебеночного основания в силу ошибок проектировщиков при определении дорожных нагрузок, неграмотных решений задач по отводу грунтовых, паводковых вод.

Система сохранения дорожного покрытия методом нагнетания и распыления ремонтного материала, разработанная компанией "CRAFSCO", на сегодняшний день является наиболее экономичным и стойким из всех существующих методов ямочного ремонта.

При помощи машины "MAGNUM" поврежденное покрытие очищается, укрепляется и заполняется ремонтным материалом в течении нескольких минут одним оператором.

Воздушная струя под высоким давлением (116 км/ч) очищает ремонтный участок покрытия и распыляет подгрунтовку из битумной эмульсии. Затем машина впрыскивает и уплотняет ремонтную смесь на ремонтируемом участке дороги. При этом не требуется дополнительного уплотнения катком. В стандартную комплектацию входит подогреваемый бак и линии подачи битумной эмульсии, рама замкнутого типа из двутавровой балки, стрела с рабочей зоной более 111 кв.м. "MAGNUM" очищает, укрепляет, заполняет и уплотняет в течении непрерывного цикла работы. Сразу после произведенного ремонта дорога может быть открыта для транспортного и пешеходного движения. Данная система сохранения дорожного покрытия может применяться круглый год и является идеальным дополнением к уже имеющемуся у вас оборудованию по ремонту и поддержанию дорог.

Основой новой технологии является принцип виброразрушения, использующий существующую конструкцию цементобетонного покрытия который превращает его на месте в щебень. Виброразрушение, основанное на резонансе, не нарушает расчетных характеристик нижних слоев искусственных оснований и инженерных коммуникаций. Вся энергия поглощается в контактном слое и разрушает его. При этом получается слой щебня, являющийся основанием асфальтобетонного покрытия расчетной толщины. Одним из условий надежной работы покрытия является устройство эффективной системы краевого дренажа.

В настоящее время назрела необходимость разработки стратегии ремонта автомобильных дорог на основе полной информации о состоянии дорожных конструкций, а не только их транспортно- эксплуатационного состояния, а именно на основе динамического мониторинга их состояния.

Мониторинг состояния дорожных конструкций, отслеживание структурных изменений в ее элементах позволит предупредить появление дефектов на ранних стадиях разрушения. В настоящее время разработано несколько методов неразрушающего контроля состояния дорожных конструкций: георадиолокационное зондирование, вибродиагностика.

Все большее значение приобретают вопросы использования новых дорожно-строительных материалов и прогрессивных технологий, а именно:

- защитные слои повышенной сдвиго- и трещиностойкости из полимерно-армированных смесей;
- щебеночно-мастичный асфальтобетон;
- использование регранулят термоэластопласта (РТЭП)- модификатор асфальтобетонных и битумоминеральных смесей;
- применение катионных битумных эмульсий классов ЭБК-1, ЭБК-2, ЭБК-3 с контролируемым временем распада и т. д.

Использование новых материалов и современных методов ремонта автомобильных дорог способствует повышению качества ремонта и обеспечивает надлежащее состояние дорог.

## **СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ**

О.Д. Дорогина, А.В. Колмогорцев - студенты гр.АДА -21,

Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

Для повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий применяют различные современные направления, а именно:

- армирование металлическими и полимерными сетками;
- устройство между покрытием и основанием трещинопрерывающей прослойки;
- введение в состав смесей волокнистых наполнителей;
- использование модифицированных битумов с улучшениями характеристик растяжимости (использование полимерно-битумных вяжущих (ПБВ));

- использование более пластичных и деформативных составов смесей (использование щебеночно-мастичных асфальтобетонов (ЩМА), литого асфальтобетона), устройство слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей (ЛЭМС) типа «Сларри Сил»;

- использование геотекстильных прокладок под слоем асфальтобетона.

Для армирования асфальтобетона в качестве волокнистых добавок применяют минеральные волокна (асбест), полимерные волокна (отходы нейлона), а так же натуральные волокна (отходы переработки целлюлозных волокон) и обрезки металлической проволоки или сеток.

Опыт использования волокнистых наполнителей показал, что эффективным является введение их в состав асфальтобетонной смеси в количестве 5-20% от массы. При использовании минеральных волокон (асбеста, волокон образующихся из каменных расплавов, например диабазовых) и волокон из тугоплавких пластмасс требуемая однородность смеси достигается при длине волоком 20-40 мм и диаметре 1-5 мкм.

Обращает на себя внимание следующий факт. При расчете дорожной одежды, который призван обеспечить ее требуемую капитальность, модуль упругости асфальтобетона принимается равный тому, каким асфальтобетон характеризуется при 0° С, а при положительных, особенно максимальных температурах фактический модуль упругости асфальтобетона значительно ниже чем при 0° С, приближается к модулю несвязных материалов, следовательно, фактическая капитальность дорожной одежды значительно ниже расчетной. Если это так, то покрытие летом работает в экстремальных условиях, не предусмотренных расчетом по следующим причинам :

- амплитуда прогиба покрытия выше расчетной, т.к. капитальность дорожной одежды ниже расчетной;

- слой покрытия не приклеен, отсутствует сцепление с нижележащим слоем, так как первой же зимой подгрунтовка треснула;

- материал покрытия работает в водонасыщенном состоянии, ввиду наличия трещин на покрытии и в связи с тем, что в соответствии с нормативными требованиями разрешается проектировать асфальтобетон для покрытий с водонасыщением, превышающим 2,5%, что резко снижает его долговременную прочность.

Если исключить из расчета верхний слой асфальтобетонного покрытия, а рассматривать его только как слой износа, отделить его от нижних слоев подгрунтовкой – трещинопрерывающей прослойкой, вместо битумов для верхнего слоя покрытия применять вяжущие, обеспечивающие его температурную трещиностойкость и установить требования по водонасыщению покрытия не более 2,5% можно значительно увеличить сроки службы покрытий и в ближайшие годы резко сократить, а может быть и ликвидировать недоремонты.

Для этой же цели необходимо по верхнему слою покрытия – слою износа – устраивать высококачественную и долговечную (срок службы не менее 5 лет) поверхностную обработку, возобновляемую каждые 4-5 лет.

При условии обеспечения требуемой капитальности дорожной одежды и исключении возможности образования отраженных трещин на покрытии, качество органических вяжущих материалов, на основе которых приготавливаются смеси оптимальных составов, используемые для устройства покрытий, является главным фактором, определяющим сроки службы покрытий без дефектов в виде трещин (температурных и усталостных), сдвигов (колеи, волн, наплывов), шелушений, выкрашиваний, выбоин.

Качество органических вяжущих материалов характеризуется комплексом свойств, определяющих его технологичность, которая обеспечивает требуемые условия приготовления смесей с минеральными материалами, условия их транспортирования на заданные расстояния, режимы укладки и уплотнения, а также физико-механическими показателями, которые характеризуют эксплуатационные свойства и должны обеспечивать требования условий эксплуатации данного покрытия – температурную и усталостную (от

многократного воздействия динамической нагрузки, создаваемой колесами автомобилей) трещиностойкость, сдвигоустойчивость, водо- и морозостойкость, устойчивость к старению.

В целях обеспечения возможности применения органических вяжущих при существующей технологии необходимо, чтобы они по своим технологическим свойствам – текучести при принятых температурных режимах перемешивания с минеральными материалами, однородности, способности к смачиванию и обволакиванию поверхности минеральных материалов, вязкости в процессе укладки и уплотнения смесей, по токсичности и пожароопасности, не ухудшали бы условия производства работ, техники безопасности, охраны окружающей среды по сравнению с применением дорожных битумов по ГОСТ 22245-90.

Дорожные битумы, получаемые в России окислением или компаундированием, выше по качеству зарубежных, изготавливаемых, как правило, методами вакуумной дистилляции (остаточные) в части деформативности при низких и отрицательных температурах, но уступают в части устойчивости к старению. При этом ни отечественные, ни зарубежные битумы не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к ним условиями эксплуатации дорожных, мостовых, аэродромных покрытий в России.

Климат в Западной Сибири резко континентальный, характеризуется повышенной влажностью и большим числом переходов температуры через 0 градусов. Расчетная температура сдвигоустойчивости покрытий, полученная на основе температуры наиболее теплого месяца при скорости ветра, равной 0 м/с, колеблется в пределах от 50°C до 67°C, а температура размягчения битумов находится в пределах 33°C до 51°C. При этом наличие объемного битума в покрытии очевидно.

Условия эксплуатации покрытий дорог, мостов и аэродромов, а именно климат России и условия движения автомобилей обуславливают следующие оптимальные требования к основным эксплуатационным показателям свойств органических вяжущих материалов для покрытий

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ**

Д.А. Кухариков - студент гр.АДА-32, Е.В. Строганов – аспирант,  
Г.С. Меренцова, д.т.н., профессор

При проектировании автомобильных дорог в сейсмических районах, возникают некоторые сложности. Во многом это определяется сложностью проектирования автомобильных дорог в скально-обвальных сейсмических районах. Это обстоятельство особенно актуально при проектировании автомобильных дорог в горных районах Алтайского края и Республики Алтай.

Можно выделить следующие особенности проектирования земляного полотна автомобильных дорог в сейсмических условиях:

- при трассировании дорог в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов обходят особо неблагоприятные в инженерно-геологическом отношении участки, в частности зоны возможных обвалов, оползней и лавин;

- трассирование дорог в районах сейсмичностью 8 и 9 баллов по нескальным косогорам при крутизне откоса более 1:1,5 допускается на основании результатов специальных инженерно-геологических изысканий. Трассирование дорог по нескальным косогорам крутизной 1:1 и более не допускается;

- при расчетной сейсмичности 9 баллов и высоте насыпей (глубине выемок) более 4 м откосы земляного полотна из нескальных грунтов принимают на 1:0,25 положе откосов, проектируемых для несейсмических районов. Откосы крутизной 1:2,25 и менее крутые допускается проектировать по нормам для несейсмических районов;

- в случае применения для устройства насыпи разных грунтов отсыпку производят с постепенным переходом от тяжелых грунтов в основании к грунтам более легким вверху насыпи;

- при устройстве земляного полотна на косогорах основную площадку, как правило, размещают или полностью на полке, врезанной в склон, или целиком на насыпи. Протяженность переходных участков должна быть минимальной;

-при проектировании земляного полотна автомобильной дороги на скально-обвальном косогоре, предусматривают мероприятия по защите от обвалов. В качестве защитного мероприятия при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов предусматривают устройство между основной площадкой и верховым откосом или склоном улавливающей траншеи, габариты которой определяются с учетом возможного объема обрушающихся грунтов. При соответствующем технико-экономическом обосновании могут применяться также улавливающие стены и другие защитные сооружения;

-при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов низовой откос насыпи, расположенной на косогоре круче 1:2, укрепляют подпорными стенами.

Чтобы правильно запроектировать автомобильную дорогу в сейсмическом районе, необходимо определить сейсмическую активность в данном районе. Для этого используют сейсмические шкалы, которые являются основой инженерной сейсмологии, как науки о землетрясениях и способах защиты от них сооружений.

В России, в странах СНГ и ряде европейских стран сила землетрясения определяется в баллах шкалы SMK – 64, разработанной С.В. Медведевым, В.Шпонхойером и В. Карником.

Шкала SMK – 64 выгодно отличается от шкал, используемых в США и в Японии большей детальностью классификаций конструкций зданий и степенью их повреждений, а также учетом количественной характеристики поврежденных объектов (процента поврежденных зданий).

Согласно шкалы SMK – 64 дорожные сооружения могут повреждаться при толчках силой 7 баллов, а именно:

7 баллов. В отдельных случаях оползни проезжих частей на крутых склонах и трещины на дорогах.

8 баллов. Небольшие на крутых откосах выемок и насыпей дорог.

9 баллов. В отдельных случаях повреждения проезжих частей дорог.

10 баллов. Серьезные повреждения мостов. Дорожные покрытия образуют волнообразную поверхность.

11 баллов. Серьезные повреждения мостов, шоссеиные дороги приходят в негодность.

12 баллов. Сильное повреждение или разрушение практически всех наземных и подземных сооружений.

Применительно к мостам расположенным на автомобильных дорогах повреждения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характерные повреждения мостов при землетрясениях

Сила землетрясения в баллах шкалы SMK – 64. Общая характеристика повреждений.	Состояние мостов
7 баллов. Местные деформации конструкций	Трещины в массивных конструкциях опор. Трещины и сколы защитного слоя бетона в рамных опорах. Повреждения шкафных стенок устоев, торцов балок, блоков ограждения проезжей части. Разрывы в ослабленных трещинами неармированных конструкциях опор. Небольшие смещения (в пределах 10см) устоев к середине моста.
8 баллов. Общие деформации конструкций	Значительные осадки фундаментов при их опирании на неплотные песчаные отложения. Наклоны опор. Поворот в

	плане неразрезных пролетных строений. Значительные смещения устоев к середине моста.
9 баллов. Нарушение прочности	Разрывы в железобетонных опорах. В отдельных случаях – подбрасывание разрезных пролетных строений с разрушением опорных участков главных балок и их переламывание в пролете. Смещение опорных площадок и обрушение консолей пролетных строений мостов рамно-консольной системы.
10 баллов. Нарушение устойчивости	Сдвиг и обрушение надфундаментных частей каменных и бетонных опор. Сдвиг по оголовкам опор и падение балочных разрезных полетных строений. Потеря устойчивости отдельных элементов стальных ферм.

При строительстве автомобильных дорог и транспортных сооружений, работы по обеспечению сейсмостойкости выполняются, как правило, в районах сейсмичностью 7-10 баллов. В исключительных случаях (объекты особой ответственности – внеклассные мосты, тоннели, виадуки, галереи, и т.п.) такие работы проводятся также в районах сейсмичностью 6 баллов.

Сейсмические нагрузки рассчитываются в зависимости от ускорения колебаний грунта. В соответствии с нормативными документами ускорения принимают равными 100, 200 или 400 см/с<sup>2</sup> в районах сейсмичностью 7,8, и 9 баллов (при средних грунтовых условиях). Условия строительства в районах сейсмичностью 10 баллов по шкале SMK – 64 строительные нормы не регламентируются.

Устойчивость земляного полотна и подпорных стенок на косогорных участках в сейсмических районах обеспечивается применением конструктивных решений, предусмотренных нормами проектирования в сейсмических районах. При проверке устойчивости откосов земляного полотна в сейсмических районах обычно пользуются методом круглоцилиндрических поверхностей. В целом, метод исходит из допущения, что поверхность скольжения в однородных грунтах близка к очертанию к круглому цилиндру. Коэффициент устойчивости сползающего массива определяют как отношение удерживающих  $M_{уд}$  и моментов сдвигающих  $M_{сдв}$  сил относительно оси вращения. Оползающий массив разбивают на отдельные отсеки шириной 3-5м. Достаточно выделить 8-10 отсеков. При наличии неоднородных слоев, вертикальные границы отсеков должны проходить через точки пересечения кривых скольжения с границами слоев.

Учет всех вышеперечисленных факторов при проектировании автомобильных дорог и транспортных сооружений позволит уменьшить повреждения автомобильных дорог, мостов и искусственных сооружений, а в некоторых случаях и вовсе их избежать.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ БИТУМО-КАУЧУКОВЫХ ВЯЖУЩИХ И БЕТОНОВ НА ИХ ОСНОВЕ**

Т.В. Березовская, И.С. Толстых, студенты гр. АДА-32, Г.С. Меренцова, д.т.н., профессор

Одним из направлений улучшения свойств дорожных битумов является введение добавок натурального и синтетического каучука в битум (растворенный в органических растворителях). В результате введения в битум частиц каучука в мелкодисперсном состоянии (близком к истинному раствору) обеспечивается наиболее полное объединение битума с каучуком и достигается максимальное использование его улучшающих свойств.

В качестве каучуковых материалов в битум вводятся: синтетические каучуки дивиниловый (СКД), изопреновый (СКИ) и метилстирольный (СКМС) и сополимер метилстирола и дивинила (СМД) в количестве 1-6% от веса битума.

Модификация битума каучуками СКД и СКИ приводит к резкому понижению температуры хрупкости и повышению глубины проникания иглы и растяжимости битумо-

каучуковых вяжущих при 0°C, а следовательно смещение упруго-хрупкого состояния модифицированного битума в область более низких температур способствует значительному увеличению деформативной способности вяжущего.

Вследствие адсорбции углеводов с меньшим молекулярным весом на поверхности макромолекул каучука по мере увеличения концентрации каучука в битуме вязкость смеси увеличивается до экстремального значения. При этом происходит «связывание» мальтенов, что приводит к увеличению вязкости и когезии битумо-каучукового вяжущего. При оптимальном количестве каучука все «свободные» мальтены связаны, вследствие этого вяжущее обладает максимально возможной вязкостью и прочностью. Дальнейшее увеличение каучука, способствуя образованию пористой структуры битума, приводит к уменьшению вязкости и когезии вяжущего - происходит обратный процесс, заключающийся в уменьшении пластичности.

При повышении вязкости модифицированного битума по мере увеличения каучуковой добавки происходит повышение температуры размягчения с возрастающим эффектом. При оптимальном количестве каучука, в битуме возникают надмолекулярные образования в виде длинных цепей, состоящих из макромолекул каучука, которые образуют сетчатую структуру. При повышенной температуре она удерживает всю систему. С увеличением добавки каучуковая сетка все больше разветвляется и упрочняется. Благодаря этому температура размягчения вяжущего повышается.

Таким образом, каучуковые материалы, повышая вязкость смеси и температуру размягчения, значительно увеличивают деформационную устойчивость битума при положительной температуре.

При модификации битума каучуковыми материалами резко увеличивается интервал пластичности, характеризующий способность вяжущего сохранять упруго-вязко-пластические свойства, которые необходимы для стабильной работы асфальтобетонного покрытия при любой температуре. Интервал пластичности вяжущего устанавливается по показателю температур размягчения и хрупкости. Чем выше этот интервал у битума, тем шире интервал между пластично-эластическим и упруго-хрупким состояниями и тем выше его температурная устойчивость. Например, модификация битума с 2% каучука СКД и СКИ увеличивает интервал пластичности с 51 до 58 и 67 соответственно, а 4% - до 81 и 91, т.е. более чем в 1,5 раза. Битумо-каучуковое вяжущее, содержащее 6% СКД, имеет большой интервал пластичности – 94. Меньший эффект достигается при модификации битума каучуками СКМС, [1].

Таким образом, исследования битумо-каучуковых вяжущих показали:

1. При модификации битума каучуками повышается деформативная способность битума при низкой температуре;
2. При высокой температуре модификация битума добавками каучука способствует значительному повышению деформационной устойчивости;
3. Оптимальное содержание каучука составляет 1-3% от веса битума в зависимости от типа каучука и марки битума.

Литература:

1. Долгов А.Н., Лаврухин В.П. Влияние каучука на свойства дорожного битума // Автомобильные дороги № 1/1971г.

## **УЛУЧШЕНИЕ СОСТАВОВ РАСТВОРНЫХ И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА МОСТОВ И ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ**

И. Р. Москалева – аспирант, Г. С. Меренцова – д. т. н., профессор

Долговечность и эффективность использования мостов и водопропускных труб находится в прямой зависимости от качества строительных материалов, от конструктивных особенностей сооружения, от климатических условий района. Под агрессивным

воздействием внешней среды структура и свойства бетона изменяются, в результате снижается его прочность и сокращается период эксплуатации. В современной технологии производства бетонных и растворных смесей в их состав вводят вещества, улучшающие адгезионные свойства и повышающие морозо- и водостойкость.

Нами предложена комплексная добавка для ремонтных растворов, которая проявляет многофункциональные свойства. В данную добавку включены кремнийорганические компоненты, обладающие гидрофобизирующими свойствами, а также смолосодержащие вещества, придающие смесям повышенное сцепление. Совмещение таких свойств рационально для смесей, используемых при восстановительных работах поврежденных поверхностей искусственных сооружений, подверженных постоянному воздействию воды, а также замораживанию и оттаиванию.

Эффективность применения такой комплексной добавки основана на химических процессах происходящих при введении ее в цементные системы. Активные функциональные группы добавки взаимодействуют с активными группами цемента, образуя при его гидратации.

При нанесении на обрабатываемую поверхность модифицированных растворов, обладающих низкой вязкостью и незначительным поверхностным натяжением в пределах оптимальных значений, они глубоко проникают в мельчайшие поры материала. При этом кремнийорганический компонент добавки, фиксируясь на поверхности материала, гидрофобизирует стенки пор и капилляров, и положительно влияет на улучшение морозостойкости бетона.

Смолосодержащий компонент добавки в результате реакции с водой образует полимерные соединения, в состав молекул которых внедряются ионы компонентов неорганической части вяжущего, а также подвергаются дальнейшей поликонденсации. За счет "сшивки" полимерных цепей между собой в единую полимерную пленку обработанный материал прочно сцепляется с ремонтным раствором.

Оценивался процесс структурообразования твердеющих растворов на индивидуальных добавках с определением начала и конца схватывания смесей. В процессе образования коагуляционной структуры пластическая прочность на этой стадии невелика. Введение добавок сокращает период существования коагуляционной структуры тем в большей степени, чем выше их концентрация. Регулируя процентное содержание добавок можно оптимизировать положение конгруэнтной точки, характеризующей переход от коллоидной структуры к кристаллизации, в заданных пределах, с учетом удачной практической реализации использования данного комплекса химических добавок.

Результаты испытаний показывают, что гидрофобизирующая добавка форсирует процесс гидратации вяжущего в составе смеси. При этом показатели пластической прочности таких смесей выше, чем смесей контрольного состава, что предопределяет повышение прочности затвердевшей структуры. Положение конгруэнтной точки для кремнийорганической добавки смещается влево в сравнении с контрольной смесью и соответствует большему значению пластической прочности.

Таким образом, повышение долговечности бетона при введении в его состав комплексной добавки объясняется воздействием двух факторов: во-первых, образованием плотной структуры бетона за счет хорошей прилипаемости смолосодержащей добавки и, во-вторых, адсорбцией на стенках пор и капилляров добавки, придающей бетону гидрофобность.

Это позволяет:

- улучшить физико-химические свойства бетонной смеси,
- придать конструкциям и материалам водоотталкивающие свойства,
- повысить морозостойкость и долговечность растворных и бетонных смесей,
- снизить эксплуатационные затраты.

Помимо этого ремонтная смесь обладает низкой стоимостью, по сравнению с существующими смесями, так как в ее состав входит отход химического производства.

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Г.С. Меренцова, д.т.н., профессор, Т.Г. Атаманова - соискатель

Одной из важнейших эксплуатационных проблем является обеспечение трещиностойкости дорожных покрытий.

На состояние автомобильных дорог в условиях Западной Сибири оказывает влияние не только транспорт, но и природно-климатические условия. Наиболее интенсивно воздействию динамических нагрузок и погодно-климатических факторов подвержено покрытие. Климатические условия Западной Сибири по условиям содержания покрытий являются неблагоприятными. Резко континентальный климат, низкие температуры в зимний период, а также резкие колебания дневных и ночных температур, в комплексе с воздействием транспорта оказывает на покрытие разрушительное действие, способствует появлению трещин, являющихся причиной дальнейшего разрушения асфальтобетонных покрытий. Трещины прямым образом влияют на режим работы покрытия, приводя к очевидному ухудшению технико-эксплуатационных параметров дорожных одежд.

Наличие цементобетона или укрепленных цементом слоев под асфальтобетонным покрытием предопределяет быстрое появление отраженных трещин, то есть перенос и распространение существующих трещин из нижнего в верхний слой. Появление отраженных трещин является результатом горизонтальных и вертикальных перемещений в слоях асфальтобетона, лежащего на цементобетонном основании или слое, укрепленном цементом. Горизонтальные перемещения в асфальтобетонном слое в значительной степени связаны с деформациями цементобетонных плит. Такие деформации возникают в результате сезонных перепадов температуры.

При реконструкции автомобильных дорог комбинация горизонтальных и вертикальных воздействий (температурных и механических) в асфальтобетонном слое приводит к развитию микротрещин над швами и трещинами старого цементобетонного покрытия. Из-за циклического изменения температуры и повторяющихся комплексных нагрузок микротрещины подвержены дальнейшему развитию, в результате чего они выходят на поверхность слоя асфальтобетона. При продолжении воздействия нагрузок в зоне отраженных трещин происходит разрушение асфальтобетона.

Для поддержания надлежащего транспортно-эксплуатационного состояния существующих дорог, а также обеспечения непрерывного круглогодичного и безопасного движения автомобилей с учетом возрастания нагрузок и интенсивности движения необходимо решать вопросы по повышению трещиностойкости покрытий путем внедрения эффективных технологий реконструкции и ремонта автомобильных дорог.

Одним из способов замедления развития отраженных трещин в асфальтобетонном слое является использование геосинтетических материалов. Поэтому при реконструкции автомобильных целесообразно использование геосинтетических материалов. Устранение отраженных трещин на покрытиях дорожных одежд может быть достигнуто при помощи их армирования геосетками.

Проведены исследования по повышению трещиностойкости асфальтобетонных покрытий с внедрением технологии армирования асфальтобетона. При этом достигается усиление покрытия, устраняются температурные трещины, осуществляется консервация отраженных трещин, предотвращается колейность.

Номенклатура применяющихся материалов геосеток широка. [1] Основным фактором, влияющим на выбор конкретного материала, является его термостойкость. Прочность на растяжение наряду с плотностью материала армирующей прослойки должна обеспечивать надежную работу геосетки в составе дорожной конструкции. Работая, совместно с асфальтобетоном, сетка, принимая на себя часть горизонтальных усилий, которые возникают при температурных и механических воздействиях сдерживает развитие отраженных трещин

в верхнем слое, что способствует улучшению его свойств и увеличению долговечности покрытия.

Осуществлен выбор армирующих геосеток с учетом их физико-механических свойств и преимуществ по показателям высокой прочности, отсутствию ползучести, совместимости работы с асфальтобетоном и химической стойкости. Вследствие малого предела прочности при растяжении даже небольшое расширение приводит к образованию трещин и снижению долговечности асфальтобетонных покрытий.

Используемая технология армирования асфальтобетонов позволяет предотвратить основные деформации и разрушения асфальтобетонных покрытий. За счет распределяющей способности геосеток увеличивается рабочая зона нижних слоев покрытия и основания, что устраняет в них пиковые (разрушающие) напряжения.

В настоящее время разрабатываются оптимальные лабораторные методы контроля работоспособности трещинопрерывающих прослоек, позволяющие оценить пригодность использования армирующей прослойки в дорожном строительстве через отношение прочностных показателей армированного покрытия к неармированному.

Основным недостатком дорожных одежд с цементобетонными основаниями и основаниями из материалов укрепленных цементом являются копирование трещин в асфальтобетонном покрытии. Так при укреплении грунтов или каменных материалов цементом наиболее действенной и простой технологической мерой снижения концентрации напряжений в покрытии над трещинами в жестких или полужестких основаниях является устройство между покрытием и основанием трещинопрерывающей прослойки.

В качестве трещинопрерывающих прослоек рекомендуем использование несвязных материалов (щебень, гравий, гранитный отсев, крупнозернистый песок), а также связных материалов (щебень расклинцованный битумно-песчаной смесью, песчано-гравийная смесь, щебень или гравий, обработанные органическим вяжущим – битумом, битумной эмульсией).

Повышению трещиностойкости асфальтобетонных покрытий также способствует использование тонкого слоя асфальтобетона, приготовленного на полимербитумном вяжущем. Выявлена эффективная полимерная добавка, повышающая как сдвигоустойчивость асфальтобетона, так и водостойкость покрытия, которая способствует повышению трещиностойкости покрытия, что согласуется с теоретическими положениями других авторов. [2]

Применение апробированных способов предотвращает трещинообразование на покрытиях автомобильных дорог, дает значительный экономический эффект, за счет сокращения затрат на ремонт. При этом улучшается ровность дорожных покрытий и увеличивается скорость перевозки грузов.

#### Литература

1 Армирование асфальтобетона // Буклет фирмы «Huesker», Gescher, 2001.

2.Ткачев С.М. Новые взгляды на строение битумов и композиции на их основе. // Проблемы производства и применения нефтяных битумов и композитов на битумной основе: Материалы межотраслевого совещания. – Саратов: АниН, 2000.-С.124-132.

### **СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Н.В. Перфильев, – студент группы АДА-31; Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

При текущем ремонте покрытий, по мере надобности, выполняют, во-первых, ямочный ремонт (ликвидация ям, выбоин, сколов), во-вторых, заделку трещин и, в-третьих, поверхностную обработку или укладку тонких верхних слоев покрытия (ковриков износа).

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.

При использовании горячей технологии качество заделки ремонтных мест на покрытии сильно подвержено помимо всего прочего влиянию погодных условий. В меньшей степени такое влияние сказывается при применении холодных битумосодержащих смесей и материалов на основе жидких или разжиженных битумов и битумных эмульсий. В этом случае ремонт можно вести не только по сырой поверхности покрытия, но и при небольших отрицательных температурах воздуха (до  $-5...-10^{\circ}\text{C}$ ), хотя с точки зрения качества работ предпочтительнее положительные температуры. Прочность и водостойкость холодного асфальтобетона, приготовленного на жидком или разжиженном битуме, в 2–3 раза ниже, чем горячего. Поэтому его используют, в основном, для устройства и ремонта покрытий дорог III–IV категорий. Холодные смеси на эмульсиях, полученных из высокосортных битумов или полимербитумов можно использовать на дорогах всех категорий дорог, а горячие асфальтобетонные смеси и литой асфальт - при ремонте покрытий дорог I–II категорий.

При подготовке к ремонту узких и длинных выбоин площадью более  $2-3 \text{ м}^2$  или трещин с разрушенными краями целесообразно использовать малогабаритные и компактные самоходные, прицепные или навесные холодные фрезы, срезающие дефектный материал покрытия шириной 200–500 мм на глубину 50–150 мм.

Очень эффективны для смазки ремонтируемой выбоины малогабаритные установки, подающие насосом битумную эмульсию в разбрызгивающее сопло ручной удочки.

Доставку смеси с асфальтобетонного завода к месту ремонта покрытия целесообразно производить транспортным средством, оборудованным специальным термосным бункером, сохраняющим смесь в горячем состоянии несколько часов. Примером подобного средства доставки горячей смеси с эффективным термосным бункером емкостью  $4 \text{ м}^3$  может служить универсальная машина TP4 американской фирмы «Акзо Нобель». Этот ремонтник, оснащенный всеми необходимыми материалами, инструментами и приспособлениями (горячая смесь, битумная эмульсия для подгрунтовки, бункер для отходов, гидромолоток, виброплита и др.), имеет также специальный масляный обогреватель смеси с пропановой горелкой и дополнительный электрический подогреватель для круглосуточного хранения смеси в бункере машины в выходные дни.

Когда дальность перевозки смеси с асфальтобетонного завода слишком велика, рекомендуется использовать технологию рециклинга – вторичной переработки асфальтобетонного материала в виде кусков, лома или продуктов фрезерования (крошка) путем его разогрева и тщательного перемешивания на месте ремонта в специальной прицепной или самоходной машине – рециклере. Перемешивание загружаемых материалов происходит гравитационным способом в цилиндрическом барабане, оборудованном лопастями и обогреваемом специальной горелкой. Вес одного замеса в зависимости от типа и размеров рециклера может составлять от 200 до 1600 кг. Время приготовления одного замеса после загрузки материала и разогрева барабана до требуемой температуры составляет 10–20 мин.

Экономическая эффективность использования технологии рециклинга очень высока. При наличии асфальтобетонной крошки или кускового лома на месте заделки выбоин расходы на ямочный ремонт могут быть снижены на 50–60%, в сравнении с доставкой смеси с асфальтобетонного завода.

Движение транспорта по отремонтированному участку покрытия открывают сразу после завершения всех работ и остывания уложенной смеси до температуры не выше  $30^{\circ}\text{C}$ . В

жаркую погоду время охлаждения смеси можно сократить путем разлива воды с расходом примерно 2 л/м<sup>2</sup>.

Довольно часто ремонтируют покрытия с помощью литого асфальта. Литой асфальт – горячая смесь тестообразной консистенции, в которой важнейшей компонентой является мастика, состоящая из высоковязкого твердого битума, большого количества минерального порошка и песка (иногда мелкого щебня). Литой асфальт может содержать до 13% битума и до 30–35% минерального порошка, температура его приготовления и укладки должна быть достаточно высокой (220–250°С).

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.

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.

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 уплотнение, практически исключая 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 (гранита) или анионную (известняка) битумную эмульсию 60% концентрации.

Расход эмульсии указанной концентрации для подгрунтовки выбоин и обработки щебня ориентировочно может составлять 3–5% по массе щебня. 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 подгрутовка битумной эмульсией.

Суть вакуумно-струйно-инъекционной технологии сводится к замене очистки и сушки выбоины продувкой высокоскоростной струей воздуха на вакуумную очистку. Вакуумный насос отсасывает из выбоин мусор, пыль и влагу. Поверхность становится более сухой и чистой, чем при обычном подметании или продувке сжатым воздухом.

Для аварийного ремонта рекомендуется использовать известняковые, доломитовые или другие не очень прочные щебеночные материалы (фракции 5–20 мм), предварительно обработанные («холодный» черный щебень) или обрабатываемые прямо в выбоине жидким битумом с поверхностно-активными веществами или битумной эмульсией.

Заделка выбоины возможна также путем ручной ее набивки (втрамбовывания) холодным щебнем с последующей его обработкой с поверхности битумной. В итоге получится заделка выбоины щебнем, пропитанным битумной эмульсией. Его отличие от метода пропитки эмульсией состоит в том, что сама пропитка выполняется до трамбования щебня. При этом битум нагревают до температуры не ниже 170–180°С. Удовлетворительные результаты можно получить даже при пониженных температурах воздуха (до -5...-10°С). В методе пропитки можно используют полимерные материалы на основе полиуретановой, акриловой или другой смолы, при этом в процессе трамбования остаточная вода отжимается из лунки вверх. Такой ремонт возможен при температуре воздуха от -30 до + 50°С. Движение транспорта открывается через 30 минут.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В ПРИДОРОЖНОЙ ПОЛОСЕ**

Е.В. Строганов– аспирант, Г.С. Меренцова– д.т.н., профессор

Улучшение экологической обстановки на современном этапе развития общества становится одним из важнейших факторов при борьбе с зимней скользкостью.

Наиболее эффективным способом ликвидации гололеда на дорожных покрытиях является химический способ, основанный на обработке дорожного покрытия противогололедными материалами в виде солевых смесей. Поэтому в водные бассейны и на почвенные массивы поступают большие массы химических реагентов, загрязняющих поверхностные и грунтовые воды, создающих угрозу для растительного, животного миров и человека. Это приводит к загрязнению почвы, наносит значительный урон зеленым насаждениям, ускоряет процесс разрушения дорожных покрытий, металлических и железобетонных конструкций. Правильный выбор химических реагентов для борьбы с обледенением и комплексных методов защиты окружающей среды является актуальной задачей для дорожных служб.

Экологическая характеристика ПГМ определяется в основном данными о механизме и результатах влияния хлоридов, совместного воздействия аниона хлора и других катионов в составе солей, не содержащих хлор, на физиолого-биохимические процессы, рост, развитие и реакции растений. Максимальная концентрация смеси легкорастворимых солей в почвенных растворах в соответствии с требованиями не должна превышать 5-6, а в водных растворах - 1-1,5 г/л.

Для противогололедных материалов, полученных из часто встречающихся в природе веществ, критерием экологической безопасности является недопущение превышения предельно-допустимых концентраций. Степень отрицательного воздействия противогололедных материалов на природную среду уменьшается в следующей последовательности: хлористый натрий, хлористый кальций, хлористый магний, природные озерные и подземные рассолы, мочевины (карбамид). Но вследствие того, что в настоящее время во многих регионах Западной Сибири выбор противогололедных реагентов определяется, в основном, их стоимостными показателями, без учета воздействия на природную среду и инженерную инфраструктуру, необходимо использовать многокомпонентные смеси на основе традиционного хлорида натрия, широко используемого в Алтайском крае [1].

Проведены предварительные исследования влияния ПГМ на зеленые насаждения. Выполнена оценка энергии прорастания (%) семян пшеницы, как при раздельном, так и комбинированном действии солей в водных растворах в широком диапазоне их концентраций (от 1 до 50 г/л). За контрольный состав принята обычная вода. В качестве ПГМ в эксперименте использовались индивидуальные соли - традиционная техническая соль (ТС), органоминеральный компонент (ОМК), неорганическая добавка (НД) и комплексные композиции ОМД-1, ОМД-2, ОМД-3, характеризующиеся различным процентным содержанием компонентов в их составе. Содержание органоминерального компонента в них составляет 10, 15 и 20 % соответственно.

Энергия прорастания определялась в соответствии с нормативными требованиями с введением дополнений, связанных с наличием в жидкой фазе исследуемых химических компонентов соответствующей концентрации растворов.

Энергию прорастания каждой аналитической пробы (Э) в процентах вычисляли по формуле:

$$\text{Э} = \frac{30 - n}{30} \cdot 100 \quad (1)$$

где n – количество зерен не проросших за 72ч., шт.;

30 – количество зерен в аналитической пробе, шт.

За окончательный результат энергии прорастания принимали среднее арифметическое результатов определений двух аналитических проб, если расхождение между ними не превышало:

5% - при средней арифметической их величине 90% и более;

7% - при средней арифметической их величине менее 90%.

Полученные результаты обрабатывались в программе «STATGRAPHICS Plus» по регрессионному анализу. Это позволило вывести квадратичную модель зависимости энергии прорастания от содержания ПГМ, описывающуюся уравнением  $y = a + b\sqrt{x}$ , и построить графики данной функции для каждой из исследуемых антигололедных добавок. Графики, изображенные на рисунке 1,2 позволяют спрогнозировать с определенной вероятностью энергию прорастания в зависимости от концентрации солей в водных растворах.

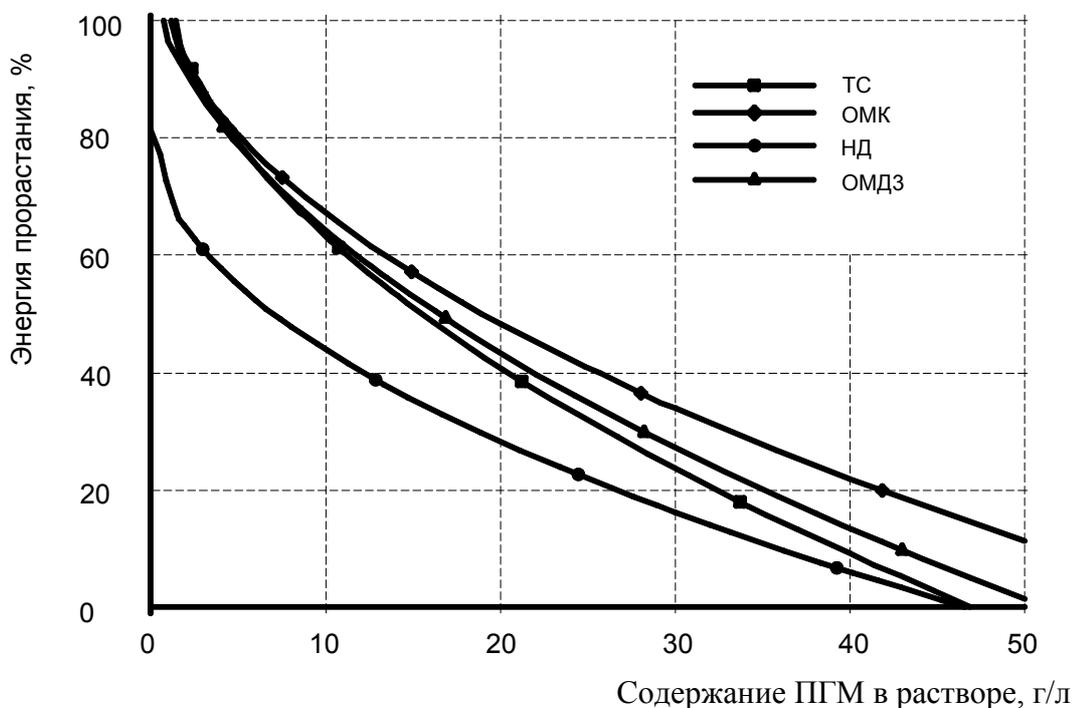


Рисунок 1 – Зависимость между энергией прорастания и концентрацией различных солей в водных растворах

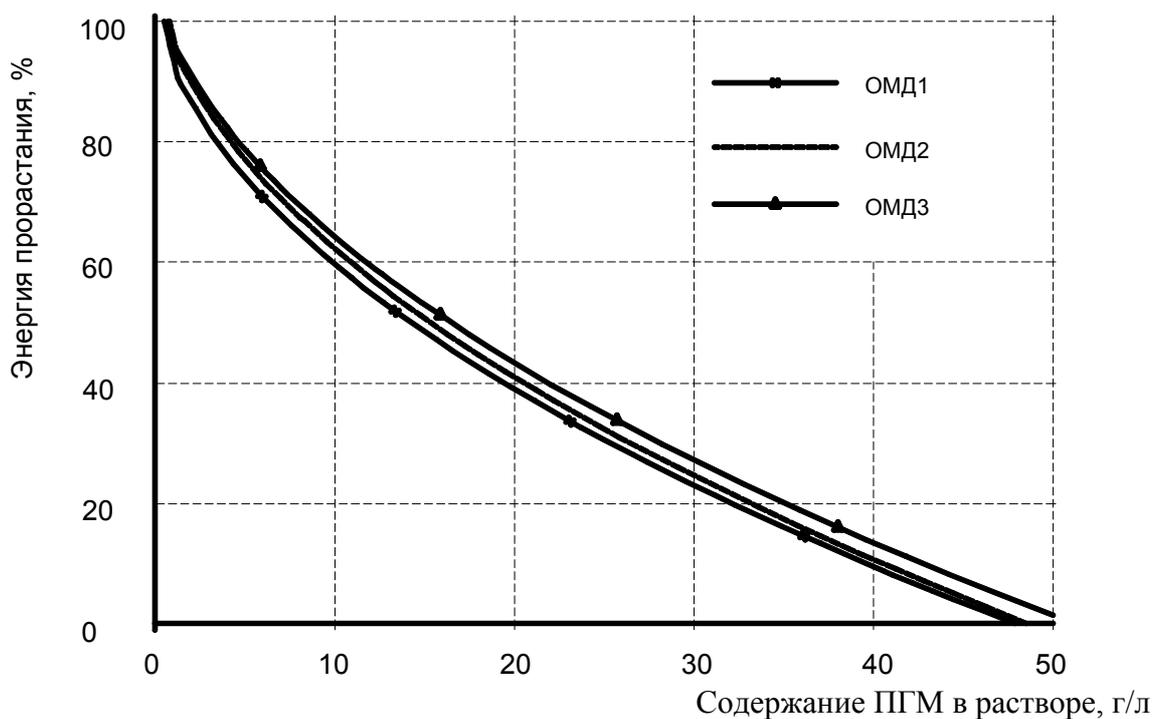


Рисунок 2 – Зависимость между энергией прорастания и концентрацией комплексных составов в водных растворах, характеризующихся различным содержанием органоминеральной добавки

Установлено что при концентрации до 2 г/л значимые эффекты не проявляются, а наибольшую толерантность прорастания проявляют к органоминеральному компоненту (ОМК). При использовании комплексных композиций с увеличением содержания в них органоминерального компонента возрастает энергия прорастания.

Проведенные экспериментальные исследования показывают что уменьшение токсического эффекта засоления, улучшение условия роста зеленых насаждений можно обеспечить только в комплексном сочетании антигололедных реагентов в противогололедном материале и оптимизацией технологии снегоуборки.

#### Литература

1. Каталог поданных проектов "Безопасность и противодействие терроризму". Барнаул 2006г.

### **БИТУМО-ПОЛИМЕРНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ**

И.С. Толстых, Т.В. Березовская, студенты гр. АДА-32, Г.С. Меренцова, д.т.н., профессор

Применение различных модифицирующих добавок связано с их особенностями, позволяющими получить существенные технологические преимущества в производстве асфальтобетона и устройстве дорожных покрытий.

В настоящее время на основании результатов испытаний битумов дорожных модифицированных рекомендовано применение следующих полимеров:

- блоксополимеры бутадиена и стирола типа SBS (в виде порошка и крошки);
- система полимеров типа синтетических бутадиен-альфаметилстирольных каучуков (СКМС);
- растворы синтетических каучуков стирольного типа СКС, предназначенные для приготовления битумно-каучуковых вяжущих марок БКВ.

Традиционным в этом плане стал стирол-бутадиен-стирол (SBS)

Технические требования к ПБВ регламентируются отраслевым стандартом ОСТ 218.010-98 «Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа СБС».

ПБВ получают путем растворения термоэластопласта в битуме. При приготовлении ПБВ главным является степень диспергации модификатора в битуме,[1]. Однако установлено, что частицы полимера не обязательно должны иметь коллоидные размеры, так как в хорошо диспергированных смесях полимера в битуме коллоидные частицы полимера в количестве 50-100 группируются, образуя грозди,[2].

При растворении протекает процесс массообмена между твердой и жидкими фазами в гетерогенной среде.

Процесс растворения полимерных материалов через стадию набухания, из-за малой скорости взаимной диффузии, обусловленной большими размерами молекул.

Набухание-процесс односторонний: молекулы растворителя проникают в свободное пространство между звеньями изогнутых цепей макромолекул ДСТ, раздвигая сначала отдельные участки, а затем макромолекулы. В то время как полимер поглощает растворитель, макромолекулы не успевают переместиться в жидкую фазу. После того как цепи макромолекул достаточно отодвинуты друг от друга и ослаблено взаимодействие между ними, начинается диффузия макромолекул в фазе растворителя.

Битумы с низкой вязкостью, а также содержащие в мальтеновой составляющей большое количество ароматических соединений способствуют интенсивному набуханию и растворению ДСТ. Поэтому для приготовления ПБВ следует использовать менее вязкие битумы, либо битумы с искусственно уменьшенной вязкостью, путем введения

дополнительных ароматических соединений (добавление гудрона, индустриального масла),[3].

Наряду с SBS разрабатываются и другие добавки, обладающие аналогичными свойствами.

Просматривается тенденция к широкому применению этилен-винил-ацетата (EVA).

Этилен-винил-ацетат относится к группе термопластов, что определяет возможность многократного нагрева и охлаждения с продолжительным перемешиванием и хранением модифицированного битума без существенного крекинга его полимерной сетки и выпадения ее из структуры вяжущего, как это происходит в случае применения эластомеров SBS, имеющих жесткую сшивку молекул при пониженных температурах (ниже 100 °С)

EVA в отличие от SBS имеет полярные молекулы, активно взаимодействующие с элементами битума (асфальтенами, парафинами, ароматическими соединениями) и минеральными материалами в асфальтобетоне. Взаимодействие осуществляется за счет раскрытия двойных связей углеводородной цепи полимера и использования потенциала полярных ацетатных групп, заключенного в свободных электронных парах кислорода. В итоге образуются интерполимерные соединения с взаимопроникающими решетками. При этом парафины, содержащиеся в избыточном количестве в местных битумах и отрицательно влияющие на их свойства, оказываются блокированными в полимерной сетке модификатора.

За счет такого активного вовлечения элементов битума (например асфальтенов, содержание которых составляет в наиболее распространенных битумах около 20 % от массы) в создание структуры модифицированного вяжущего снижается расход модификатора в 3-5 раз по сравнению с SBS, где эластомер формирует самостоятельную структуру в объеме битума, что требует большего его содержания.

Для достижения эффективной работы добавки EVA необходимо обеспечить ее интенсивное измельчение с одновременной активацией компонентов битума,[4].

Важное значение имеет расширение перечня применяемых модификаторов дорожных битумов. Выбор из числа предлагаемых модификаторов должен производиться исходя из эффективности воздействия добавки на уровень физико-механических показателей битума и ее экономического обоснования с последующей разработкой технических требований, предъявляемых к конечному продукту,[2].

#### Литература

1. Хойберг А.Дж. Битумные материалы: асфальты, смолы, пеки. М., Химия, 1974 – 274 с.
2. Полякова С.В. Применение модифицированных битумов в дорожном строительстве// Наука и техника в дорожной отрасли. М., 1999. - №1, с.19-21
3. Патент № 203860. Лейтланд В.Г., Юмашев В.М., Гохман Л.М., Лапшин В.А., Броницкий Е.И. Битумное вяжущее для дорожного покрытия и способ его получения 27.06.95. Бюл. №18
4. Бусел А.В. Добавки этилен-винил-ацетата для модифицирования дорожных битумов// Наука и техника в дорожной отрасли. М., 1999. - № 2, с.12-14

### **СПОСОБЫ МОДИФИКАЦИИ СОСТАВОВ ЗОЛОГРУНТОВ ДОБАВКАМИ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

А.А. Пудовкин - студент гр. АДА-31, А.О. Хребто – ассистент,  
Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

В силу действия различных факторов (политических, экономических, социальных и экологических), обусловленных особенностями современного этапа научно-технического развития, экономия и рациональное использование материальных ресурсов становятся одним из непереносимых условий повышения эффективности общественного производства. В связи с этим возникает необходимость реализации всех известных и оригинальных направлений в данной области, среди которых наибольший интерес представляет комплексное

использование вторичных ресурсов и отходов производства.

Хорошими возможностями по переработке и эффективному использованию некоторых видов промышленных отходов обладает дорожно-строительный комплекс.

Одними из главных направлений утилизации и комплексного использования отходов производства в дорожном строительстве на сегодняшний день являются: применение золы-уноса (продуктов сжигания твердого топлива) в качестве укрепления конструктивных слоев дорожных одежд и изменения физико-химических свойств грунтов, при возведении земляного полотна. [1]

В практике строительства нашли применение некоторые способы использования золы-уноса и золошлаковых материалов, отсутствующие или недостаточно освещенные в ВСН 185-75: использование золошлаковых материалов, укрепленных одной сухой золой или золой в сочетании с неорганическими (цемент, известь), органическими (жидкий и эмульгированный битум) вяжущими или смолами; применение золошлаковых материалов в качестве гранулометрической добавки в грунт (например, одномерный песок) или в отходы камнедробления; использование золы-уноса в качестве компонента комплексного вяжущего - неорганического, органического или смолы для укрепления несвязных и связных грунтов и отходов камнедробления; укрепление связных грунтов комплексным вяжущим с золошлаковым материалом в качестве его компонента.

Рассмотрен целый ряд добавок для ускорения процессов структурообразования зологрунтовых материалов и повышения их морозостойчивости.

Золы-уноса могут применяться в качестве самостоятельного вяжущего или активного компонента смешанного вяжущего. При применении золы-уноса сухого отбора в качестве самостоятельного вяжущего добавку ее производят в количестве 15—25% массы грунта. В качестве самостоятельного вяжущего золы-уноса сухого отбора применяют при укреплении крупнообломочных грунтов оптимального и неоптимального гранулометрического состава, супесей, песков гравелистых, крупных, средних, мелких, в том числе пылеватых одноразмерных.

Золы-уноса могут использовать в качестве активной добавки к извести или цементу. Совместно с цементом золы-уноса используют при марке цемента не ниже 300.

Для обеспечения требуемой прочности и долговечности зологрунта добавляют известь гашеную  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или молотую негашеную  $\text{CaO}$ .

При укреплении переувлажненных грунтов используется молотая негашеная или негашеная гидрофобная известь.

Для повышения прочности и водостойчивости укрепляемых золой грунтов в качестве добавок совместно с известью применяют соли сернокислого железа и сернокислого магния.

В качестве добавок при укреплении грунтов при пониженных температурах обычно используют хлористый кальций, соль поваренную техническую и калий углекислый технический, отвечающие требованиям соответствующих технических условий и ГОСТ.

Водорастворимые соли щелочных и щелочно-земельных металлов - сернокислый магний, сернокислый и углекислый натрий или каустическую соду - применяют при укреплении грунтов для ускорения процессов твердения и повышения прочности зологрунта без увеличения количества вводимого в грунт вяжущего. Указанные соли должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТов.

При укреплении глинистых грунтов для ускорения процессов твердения, повышения прочности и водостойчивости применяют добавки силиката натрия (жидкое стекло), хлоридов, сернокислого железа, сернокислого натрия, каустической соды. Указанные добавки рекомендуется применять в количестве 1—2% массы грунта.

Зола-унос сухого отбора может применяться совместно с известью при укреплении крупнообломочных, песчаных и супесчаных грунтов в количестве 15—25% массы грунта.

Для повышения морозо- и водостойкости укрепляемого грунта используют добавки органических веществ: жидкого битума и сырой высокосмолистой нефти при укреплении песчаных и крупнообломочных грунтов неоптимального гранулометрического состава.

Жидкие битумы и сырая нефть, применяемые в качестве добавок, должны удовлетворять требованиям нормативных документов ГОСТ.

Неплохие показатели на свойства золотрунтов оказывают органические добавки на основе каучуков и латексов.

#### Литература

1. Безрук В.М. Укрепленные грунты. М.: Транспорт, 1982. 231 с.

### **СОВМЕСТИМОСТЬ РАБОТЫ АРМИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК И АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЁВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Ю.В. Ивлёв – студент гр. АДА-31; Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

В автомобильных дорогах с асфальтобетонным покрытием могут появляться трещины при возникновении вертикальных или горизонтальных деформаций, которые в целом негативно влияют на срок эксплуатации дорожных одежд.

Целью применения усиления из стеклосеток является перераспределение горизонтальных напряжений в слое асфальтобетона и снижение активных напряжений благодаря поглощению напряжения стекловолокнистым материалом. Стеклосетка в слоях асфальтобетонного покрытия работает как сцепляющий материал и препятствует развитию больших горизонтальных напряжений. Поверхность материала сетки составляет 5% и не нарушает сцепление слоёв асфальтобетона.

Известно, что для асфальтобетона наиболее опасны растягивающие напряжения. Неармированные асфальтобетонные слои в дорожной конструкции при многократном приложении растягивающей нагрузки деформируются, что, в дальнейшем, приводит к возникновению дефектов и сокращению срока эксплуатации покрытия. При совместной работе асфальтобетона и армирующей прослойки из стеклосетки достигается перераспределение напряжений на большую площадь, и, как следствие, уменьшение процессов трещинообразования и увеличение срока службы дорожной конструкции. Армирующая прослойка выполняет роль мембраны в слоях асфальтобетона.

Испытания показали, что при одном значении растягивающего усилия относительное удлинение образца асфальтобетона с армирующей геосеткой на 30% меньше, чем для стандартного образца из асфальтобетона. Следовательно, можно сделать вывод о положительной совместной работе геосетки и асфальтобетона.

Стекловолокна при контакте с горячим асфальтобетоном не теряют своей прочности и не вступают в химические реакции, что делает целесообразным их применение в качестве армирующей прослойки между новыми слоями асфальтобетона.

Геосетки из стекловолокна работают в широком диапазоне температур (от минус 60 °С до плюс 800 °С) неизменно сохраняя свои свойства, что обеспечивает устранение негативной зависимости свойств асфальтобетона от температуры (при повышенных температурах асфальтобетон становится пластичным, а при отрицательных – хрупким).

Высокая адгезия к асфальтобетону достигается за счёт пропитки геосетки вяжущим материалом (битумом, эмульсией), а также розлива вяжущего при укладке геосетки на слой асфальтобетона.

Также следует отметить низкое удлинение при разрыве у стеклосеток (около 3%). При удлинении от 0,5 % в асфальтобетоне начинается образование и развитие трещин, что приводит к его дальнейшему разрушению. У полимерных сеток удлинение при разрыве составляет около 10-12 %. Значит, при совместной работе полимера и асфальтобетона последний разрушится намного раньше, чем прослойка из полимерной геосетки. Если использовать стеклосетку, то такая ситуация не возникнет. Установлено, что армирующие геосетки повышают прочность асфальтобетонного покрытия при растяжении. При этом происходит равномерное распределение по большей площади покрытия основных

горизонтальных напряжений при растяжении. Об увеличении растягивающих усилий свидетельствуют экспериментальные данные, приведенные на рисунке 1.

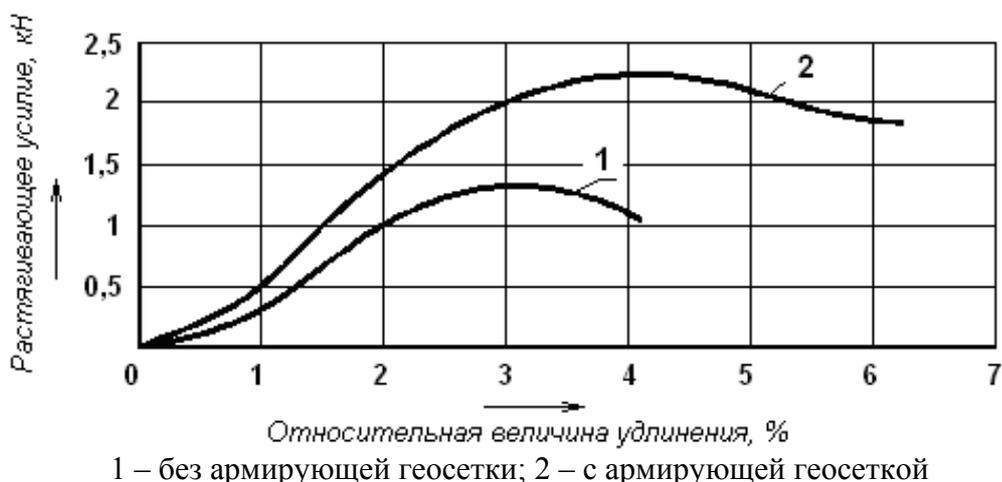


Рисунок 1 – Взаимосвязь между растягивающим усилием и относительным удлинением асфальтобетонов

В целом следует отметить, что совместимость армирующей прослойки из стекловолокна и асфальтобетона не обнаруживает каких-либо недостатков относительно своей работы в процессе эксплуатации.

Литература:

1 Батероу Кристоф - "К вопросу об армировании асфальтобетона геосетками из стекловолокна". "Мир дорог", № 16, 2005г, с 44-45.

## **РАЗРАБОТКА НОВЫХ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОРЬБЫ СО СНЕЖНО-ЛЕДЯНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

К.И. Борисенко– студент гр.АДА-21, Е.В. Строганов– аспирант,

Г.С. Меренцова– д.т.н., профессор

Проблема борьбы со снежными отложениями и образованием гололеда на автомобильных дорогах, аэродромах и других транспортных и коммуникационных сооружениях для климатических условий нашей страны имеет большое значение. Возрастающие с каждым годом скорости и интенсивность движения автомобилей на дорогах выдвигают повышенные требования к состоянию проезжей части, особенно зимой, когда из-за образования снежно-ледяных отложений возникают наиболее неблагоприятные и опасные условия движения. Поэтому поиск новых материалов для борьбы с гололедом, применение которых приведет к снижению затрат на зимнее содержание автомобильных дорог с одновременным повышением надежности, эффективности и безотказной их работы на сегодняшний день остается актуальной задачей.

В настоящее время у нас в стране и за рубежом используются механические, тепловые, фрикционные, химические и комбинированные способы борьбы с зимней скользкостью. Анализ этих способов свидетельствует о целесообразности применения химических средств, способных при взаимодействии со слоем снега и льда создавать растворы, замерзающие при температуре ниже 0°C. Химические противогололедные материалы, в настоящее время получили широкое распространение, как у нас, так и за рубежом из-за простоты применения.

Основное действие химического противогололедного материала при его внесении на заснеженное или заледененное дорожное покрытие состоит в обеспечении плавления льда

или снега и снижения точки замерзания водной среды. Наиболее пригодными для борьбы с зимней скользкостью являются соли, относящиеся к классу хлоридов. Они являются относительно дешевым и доступным материалом.

Наиболее распространенным средством для борьбы с зимней скользкостью на дорогах нашей страны является техническая поваренная соль NaCl. Этот реагент очень эффективен и удобен в использовании, но вызывает коррозию автомобилей и приносит вред окружающей среде.

На основе анализа используемых противогололедных материалов были проведены экспериментальные исследования с целью разработки эффективного антигололедного материала с высокой плавящей способностью и малым расходом. При его разработке предусмотрена низкая коррозионная активность за счет введения ингибитора коррозии и снижение отрицательного воздействия на окружающую среду [1].

Нами проведены испытания твердых химических реагентов по определению плавящей способности в лабораторных и натуральных условиях. В качестве испытуемых реагентов применялись: техническая поваренная соль NaCl, неорганическая добавка, органоминеральный компонент, а также три комплексных добавки - КОМД 1, КОМД 2, КОМД 3. Оценка достоверности экспериментальных данных проводилась по критерию Стьюдента. На рисунке 1 приведены результаты определения плавящей способности в лабораторных условиях по результатам определения потери массы льда после обработки его антигололедными компонентами.

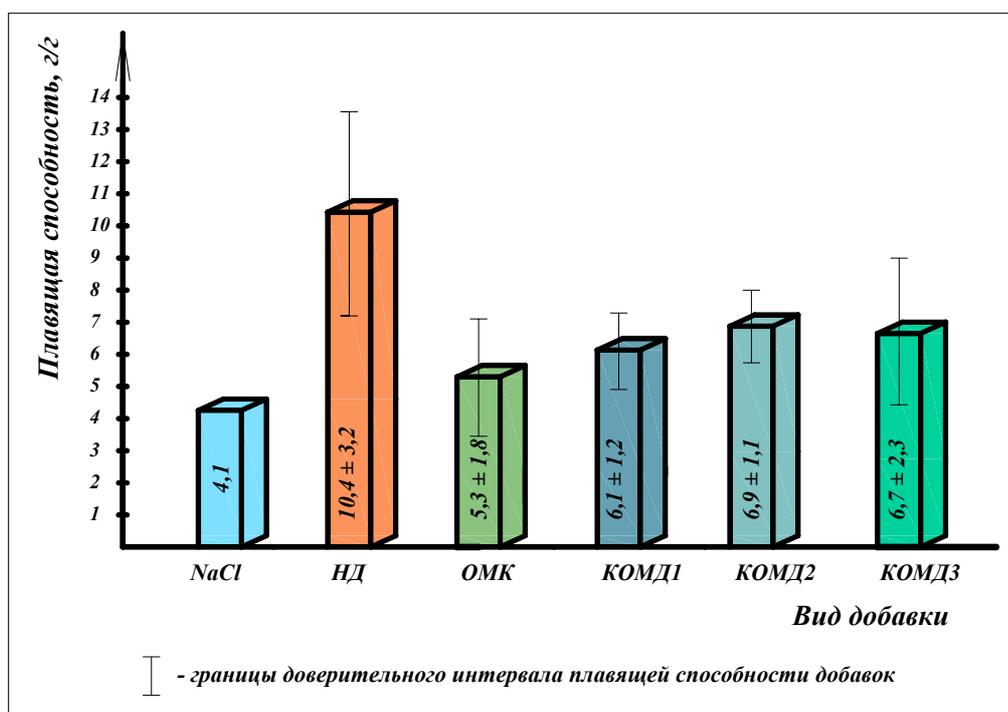


Рисунок 1 – Плавящая способность добавок при температуре минус 8 – минус 12°C

Анализ полученных данных показывает, что наиболее эффективными при плавлении льда являются неорганическая добавка, плавящая способность которой более чем в 3 раза превышает плавящую способность традиционной соли, и комплексная добавка КОМД. В ходе эксперимента ставилась задача уменьшения коррозионной активности компонентов входящих в состав добавки, что достигалось введением специального реактива проявляющего антикоррозийную функцию. В результате проведенных исследований установлен оптимальный противогололедный реагент, которым является многокомпонентный состав – КОМД2. Его плавящая способность при температуре минус 8 – минус 12°C наибольшая по сравнению с плавящей способностью других исследованных нами добавок и составляет 7,0 г/г.

Для определения влияния на плавающую способность различных факторов, таких как гранулометрический состав пескосоляной смеси, воздействие солнечных лучей, ветра и т. д. и для подтверждения плавающей способности нами проведены испытания противогололедных материалов в натуральных условиях. При этом были выбраны одинаковые участки льда и эксперимент проходил в равных, для всех испытуемых добавок, условиях. Расход реагентов принимался одинаковым, это условие было необходимо для выявления эффективности плавления той или иной добавки. При распределении смесей температура окружающего воздуха составляла минус 16°С. Наблюдение за процессом плавления льда велось в течение длительного времени.

Проведенные исследования эффективности плавления льда в натуральных условиях с учетом разнообразных факторов позволяют сделать ряд выводов:

- плавление льда, в первые минуты после распределения антигололедных составов, происходит под воздействием мелкодисперсных кристаллов неорганической добавки. Это обусловлено экзотермическим процессом выделения теплоты при взаимодействии добавки со льдом. Но процесс плавления не продолжителен так, как мелкодисперсные кристаллы быстро растворяются и расплавляют только поверхностные слои льда;

- плавление льда традиционной солью происходит значительно медленнее, за счет того, что крупные кристаллы соли NaCl сначала накапливают необходимое количество теплоты из окружающей среды и только потом начинают взаимодействовать со льдом;

- на определенном этапе времени плавление выравнивается и процесс протекает одинаково;

- на участке обработанным комплексной антигололедной добавкой плавление льда происходит более интенсивно за счет взаимодействия всех компонентов состава. Выделяемая энергия, теплота и водичка при плавлении мелкодисперсной неорганической добавкой дает возможность кристаллам соли NaCl и органоминеральному компоненту быстро вступить в процесс плавления льда. В свою очередь последние проникают сквозь лед к плоскости соприкосновения льда с поверхностью покрытия, выделяемая вода снижает силу сцепления, а образовавшиеся раковины и каналы позволяют легко разрушить монолитный лед и удалить его с покрытия.

Таким образом, только комплексное сочетание антигололедных добавок приводит к рациональному и эффективному использованию разработанного противогололедного реагента при борьбе со снежно-ледяными образованиями на автомобильных дорогах.

Экономический эффект от применения разработанного антигололедного состава обусловлен использованием технических материалов и меньшего количества антигололедного состава при распределении на 1м<sup>2</sup> по сравнению с обычной ПСС на основе технической соли.

Литература:

1. Меренцова Г. С., Строганов Е. В. Разработка эффективных антигололедных веществ для борьбы с зимней скользкостью покрытий автомобильных дорог в условиях Западной Сибири. Сборник материалов Всероссийского семинара заведующих кафедрами экологии и охраны окружающей среды. 2006г., Изд-во РИО ПГТУ., 248с., с 94-99

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НА ДОРОГАХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ И В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**

Д.А. Вахминцев – студент гр. АДА-31, Е.В. Строганов – аспирант,  
Г.С. Меренцова, д.т.н., профессор

При проектировании новых и реконструкции эксплуатирующихся дорог одним из главных параметров, используемых в технико-экономических расчётах, является интенсивность движения. Суточная интенсивность движения используется для расчётов

дорожной одежды и экономических показателей, а часовая – для расчета пропускной способности дороги, разработки мероприятий по повышению безопасности движения. Интенсивность движения изменяется в течение суток, по дням недели, по месяцам. Каждое из этих изменений характеризуется своим коэффициентом неравномерности движения, определённым как отношение часового объема движения к суточному, суточного к объёму за неделю, месячного движения к годовому.

Для учета движения на автомобильных дорогах, определения интенсивности и состава транспортного потока используют разнообразные современные технические средства. Наиболее простым является электронный счетчик автомобилей. У него на лицевой панели размещены кнопки, каждая из которых соответствует определенной группе транспортных средств в составе транспортного потока (легковые, легкие, средние, тяжелые грузовые автомобили, автопоезда и др.). Учет движения осуществляется полуручным способом. Учетчик (наблюдатель) при проезде автомобиля визуально относит его к соответствующей группе и нажимает кнопку. Электронный счетчик автоматически суммирует автомобили в составе групп за определенное время.

Используются автоматические счетчики, основанные на анализе величины и формы электрического сигнала, возникающего в индуктивной петле в виде кабеля, заложенного в покрытие дороги. При проезде автомобиля, его металлическая масса вызывает появление ЭДС в индуктивной петле. Размеры и форма сигнала зависят от скорости движения автомобиля и его массы.

Все более широкое применение находят передвижные пункты учета движения. Наибольшее распространение получило оборудование Саратовского РОСДОРТЕХ. При проезде автомобиля пересекают лучевой барьер и на экране бортового компьютера возникает стилизованный продольный профиль, по которому определяется тип автомобиля. Система позволяет измерять также скорости движения. Существуют так же стационарные инфракрасные детекторы, которые располагаются над проезжей частью и позволяют осуществлять регистрацию транспортных средств без необходимости проведения дорогостоящих строительных работ и разрушения поверхности дорожного покрытия проезжей части.

Современный учет движения представляет собой сочетание круглосуточного непрерывного учета и кратковременных (1-2 часа) наблюдений. Круглосуточные наблюдения осуществляют на стационарных пунктах, как правило, на подходах к крупным населенным пунктам, транспортных узлах. Полученные, в результате круглосуточных наблюдений, сведения дают картину изменения интенсивности движения по часам суток. По ней вычисляются коэффициенты приведения часовой интенсивности (количество проехавших автомобилей за определенный час) к суточной (за 24 часа). При этом СНиП не рассматривает дифференцированно различные условия движения и предлагает постоянные коэффициенты приведения как для перегонов улиц, так и для различного рода пересечений. Вместе с тем, специалисты разных стран признают, что для регулируемых пересечений необходимо использовать специальные коэффициенты приведения.

Данные круглосуточного учета на стационарных пунктах существенно облегчают задачу получения данных об интенсивности и составе движения на остальной сети автомобильных дорог. С использованием оборудования передвижного учетного пункта производится объезд перегонов автомобильных дорог, на каждом из которых производятся кратковременные измерения. Затем полученные данные приводятся к суточным умножением на соответствующие коэффициенты.

Для контроля интенсивности и состава транспортного потока за рубежом (Финляндия, Швеция, Франция, Германия) широко используются системы, с магнитными датчиками (петлями), смонтированными в дорожное полотно. У таких систем есть как свои достоинства (многополосность, всепогодность и др.), так и свои недостатки (низкая точность идентификации транспортных средств по классификационным группам, невозможность контроля габаритов, невозможность использования в передвижных пунктах контроля).

Автоматические системы мониторинга транспортных потоков на основе обработки видеоинформации свободны от этих недостатков и, помимо контроля интенсивности и состава транспортного потока, решают ряд интеллектуальных задач: обнаружение и сопровождение каждого транспортного средства вдоль пути следования в поле зрения видеокамеры, определение средней скорости движения и расстояний между транспортными средствами, загруженности полос, предупреждение и оповещение о нарушениях движения ит.п. Подобные мониторы входят в состав Интеллектуальной Транспортной Системы, создаваемой и внедряемой в Южной Корее.

В России, так же ведутся работы по внедрению интеллектуальных систем по управлению дорожным движением, так на участке московского Волоколамского шоссе вступила в действие автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД). Это пилотный проект глубокой модернизации системы автоматического регулирования транспортных потоков СТАРТ, которая пытается обеспечить москвичам «зеленую улицу» на протяжении двух десятилетий. В центре организации дорожного движения правительства Москвы уверены, что с помощью видеокамер, установленных на специальных подвесных фермах компьютеры смогут управлять транспортными потоками эффективнее и помогут повысить пропускную способность столичных трасс от 15% до 50%. Автоматизированные системы управления дорожным движением состоят из трёх основных частей:

- центр управления (включая коммуникационный сервер АСУДД, сервер баз данных центра АСУДД, автоматизированные рабочие места операторов центра АСУДД, информационное табло центра АСУДД)

- система связи и передачи данных;

- периферийное оборудование (дорожные контроллеры, детекторы транспорта, информационные табло и знаки переменной информации и др.).

Развитые системы АСУДД позволяют снизить задержки транспорта – до 55%, повысить среднюю скорость поездки – до 22%, уменьшить количество остановок – до 24%, уменьшить количество ДТП – до 10%, снизить расход бензина – до 11%, снизить массу выброса окиси углерода – до 17%.

## **МОДИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ**

Н.В. Перфильев, А.А. Пудовкин – студенты группы АДА-31;

Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

При условии обеспечения требуемой капитальности дорожной одежды и исключении возможности образования отраженных трещин на покрытии, качество органических вяжущих материалов, на основе которых приготавливаются смеси оптимальных составов, используемые для устройства покрытий, является главным фактором, определяющим сроки службы покрытий без дефектов в виде трещин (температурных и усталостных), сдвигов (колея, волн, наплывов), шелушений, выкрашиваний, выбоин.

Качество органических вяжущих материалов характеризуется комплексом свойств, определяющих его технологичность, которая обеспечивает требуемые условия приготовления смесей с минеральными материалами, условия их транспортирования на заданные расстояния, режимы укладки и уплотнения, а также физико-механическими показателями, которые характеризуют эксплуатационные свойства и должны обеспечивать требования условий эксплуатации данного покрытия - температурную и усталостную трещиностойкость, сдвигоустойчивость, водо- и морозостойкость, устойчивость к старению.

Целесообразным является введение поверхностно-активных веществ в органические вяжущие материалы непосредственно на асфальтобетонном заводе перед их смешением с минеральными материалами в связи с ограничением их продолжительности хранения при рабочей температуре битума.

Отрицательное влияние на качественные показатели дорожных битумов оказывают сложившиеся условия их хранения у потребителей: обводнение, локальный перегрев битума жаровыми трубами и ТЭНами при подготовке к использованию, отсутствие перемешивания битума в емкостях для хранения и циркуляции в битумопроводах.

Таким образом, помимо исходного сырья и технологических режимов производства, на качество органических вяжущих оказывает влияние целый ряд факторов: уровень требований, предъявляемый потребителем; условия хранения и транспортирования; соблюдение контрольных функций с целью выявления некачественной продукции на раннем этапе применения; использование эффективных добавок, позволяющих повысить долговечность асфальтобетонных покрытий.

Полимеро-битумные вяжущие на основе СБС, представляющее собой эластомер, состоит из битума-термопласта, блокполимера бутадиена и стирола типа СБС, пластификатора и поверхностно-активных веществ и характеризуется в отличие от битумов наличием самостоятельной, не связанной с коагуляционным каркасом из асфальтеновых комплексов, пространственной структурной эластичной сеткой из трехблочных макромолекул полимера во всем объеме вяжущего. Указанная сетка находится в дисперсионной среде полимеро-битумных вяжущих, являясь специфической эластичной арматурой, работающей на молекулярном уровне. Срок службы покрытия и поверхностных обработок с применением полимеро-битумных вяжущих в 1,5-4 раза выше, чем с применением битумов. В настоящее время подготовлена научно-техническая документация, обеспечивающая возможность широкого внедрения полимеро-битумных вяжущих на основе СБС в России. К таким вяжущим относится полимеро-битумные вяжущие на основе СБС. Размер первичных частиц дисперсной фазы в них не превышает (300-500)Ао. Дисперсные системы, содержащие в качестве первичных частиц дисперсной фазы частицы размером более 100 Ао, относятся к грубодисперсным, и их следует рассматривать как мастики, а не органический вяжущий материал.

Минимальное содержание полимера, при котором в полимеро-битумном вяжущем образуется эластичная структурная сетка, составляет (2-2,5%) полимера по массе. Повышение содержания полимера повышает прочность сетки, а, следовательно, эластичность. Наличие пластификатора позволяет регулировать трещиностойкость полимеро-битумного вяжущего, обеспечивая температуру хрупкости вплоть до -60°С, и требуемые технологические свойства смеси.

В виду более высоких, чем у битума пределов текучести, вязкости и модуля деформации при высоких эксплуатационных температурах полимерасфальтобетон обеспечивает требуемую сдвигоустойчивость при фактическом водонасыщении кернов из покрытия менее 2,5%, а следовательно, обеспечивается требуемая водо- и морозостойкость покрытия.

Установлено, что при равных условиях применение полимерно-битумного вяжущего в асфальтобетоне позволяет снизить образование глубины колеи примерно на 30% по сравнению с асфальтобетоном на традиционном битуме.

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРМИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕК ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Ю.В. Ивлев– студент гр. АДА-31; Г.С. Меренцова– д.т.н., профессор

В настоящее время в дорожно-строительной отрасли приоритетной задачей является наиболее эффективное использование материальных ресурсов. То есть быстрое и качественное строительство и реконструкция дорог с наименьшими затратами. На помощь строителям в решении поставленных задач пришли геосинтетические материалы, нашедшие широкое применение во множестве инженерных решений (армирующие прослойки, трещинопрерывающие прослойки и др.).

Геосинтетические материалы улучшают технические характеристики дорожных конструкций благодаря своим физико-химическим свойствам: высокой прочности на

растяжение и разрыв при малых деформациях, высокой адгезии с асфальтобетоном, долговечности, а также устойчивости к воздействию химически агрессивных сред.

Наиболее оптимальным вариантом является применение в качестве армирующих прослоек геосеток из стекловолокна. Данный вывод сделан на основе физико-химических свойств и сравнительных данных о результатах работы в дорожных покрытиях геосеток из стекловолокна и полимерных сеток.

В многочисленных изданиях западноевропейских стран пропагандируется применение различных решёток в асфальтобетоне, преимущественно из полимера. Применение проходит, как правило, с успехом. Однако обнаружилось, что в регионах с суровыми климатическими условиями и очень высокими колебаниями температур (Канада, Россия, Аляска, Швеция) стекловолокно зарекомендовало себя намного лучше, чем полимерные материалы.

Сочетания физико-механических свойств геосеток из стекловолокна и асфальтобетонов делает эффективным их совместное применение. Высокая прочность на растяжение, низкая деформативность, отсутствие ползучести и неизменность свойств в широком диапазоне температур (от минус 60 °С до плюс 800 °С) стекловолокна. Это позволяет геосеткам из стекловолокна эффективно компенсировать негативные свойства асфальтобетона (зависимость свойств от температуры и времени приложения нагрузки, чувствительность к растяжению).

Весьма положительный результат применения армирующих прослоек из стекловолокна достигается, наряду с меньшими материальными затратами, благодаря следующим факторам:

- стекловолокна при контакте с горячим битумом и асфальтобетоном не теряют своей прочности;
- при контакте с горячим битумом и асфальтом стекловолокна не вступают в химические реакции;
- стекловолокно, в отличие от материалов из полимеров, имея низкое удлинение при разрыве - 3 % и ползучесть 0 %, обладает высокой сопротивляемостью при образовании трещин (при удлинении от 0,5 % в асфальтобетоне начинается образование трещин);
- стекловолокно оказывает хорошее сопротивление динамическим нагрузкам транспорта;
- при регенерации асфальтобетонного покрытия со стекловолокнистым усилением может быть легко снят верхний слой путём фрезеровки (сетка не наматывается на фрезу, в отличие от полимерных материалов), а снятый асфальтобетон, может быть снова использован.

Только стекловолокно способно воспринимать нагрузки, вне зависимости от времени их приложения, тогда как полимерные материалы, растягиваясь, теряют свою первоначальную прочность, не способны длительное время сохранять целостность слоев покрытия дорожной одежды автомобильной дороги. Некоторые физико-механические характеристики стеклосетки и полимерной геосетки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические показатели различных геосеток

Марка геосетки	Сырьё	Средний размер ячейки, мм	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка, кН/м	Максимальное растяжение, %
Армосет К2 25х25	полиэфир	25х25	160	40	13
ССНП 25х25	стеклоровинг	25х25	320	не менее 46	4

Сырьём для производства полимерных геосеток является полиэфир. Полиэфиры – это полимеры, содержащие в основной цепи макромолекулы функциональные группы простых (простые полиэфиры) или сложных (сложные полиэфиры) эфиров. Полиэфиры могут быть

насыщенными и ненасыщенными. Простые полиэфиры,  $\text{HO}—[\text{—R—O—}]_n\text{—H}$ , где R — углеводородный радикал различного строения, содержащий не менее двух атомов углерода, получают полимеризацией циклических окисей (например, пропилена окиси, этилена окиси) или поликонденсацией гликолей. Сложные полиэфиры линейной структуры,  $\text{H}—[\text{—OAO—CO—A}'\text{—CO—}]_n\text{—OH}$ , где A — углеводородный радикал, A' — остаток органической или неорганической кислоты (например, полиэтилентерефталат, нуклеиновые кислоты), получают поликонденсацией либо гликолей с двухосновными кислотами или их ангидридами, либо оксикислот. Свойства полиэфиров очень разнообразны и зависят от химического состава, структуры, молекулярной массы и наличия функциональных групп ( $\text{—OH}$  и  $\text{—COOH}$ ). Как правило, простые полиэфиры эластичнее сложных. Сложные полиэфиры гидролизуются под действием кислот и щелочей, простые полиэфиры значительно устойчивее к гидролизу. Полиэфирные волокна сравнительно атмосферостойки. Они растворяются в фенолах, частично (с разрушением) — в концентрированной серной и азотной кислотах; полностью разрушаются при кипячении в концентрированных щелочах. Обработка паром при  $100^\circ\text{C}$  из-за частичного гидролиза полимера вызывает снижение прочности волокна (0,12% за 1 ч).

Стеклосетки производят на основе стекловолокна. Стекловолокно представляет собой некрученую пряжу, состоящую из нескольких комплексных нитей из стекловолокна, и характеризуется их количеством, тексом, диаметром элементарной нити. Стекловолокно обладает редким сочетанием свойств: высокой прочностью при растяжении и сжатии, негорючестью, нагревостойкостью, малой гигроскопичностью, стойкостью к химическому и биологическому воздействию. В сухом воздухе прочность стеклянных волокон резко повышается. Смачивание стеклянных волокон и изделий из них неполярной углеводородной жидкостью аналогично действию сухого воздуха и дает наибольшее значение прочности. Значительное (до 50-60 %) понижение прочности стеклянных волокон и изделий из них происходит при адсорбции ими воды и водных растворов поверхностно-активных веществ. Это объясняется тем, что молекулы веществ, адсорбируемых на стеклянных волокнах, способствуют образованию трещин в слабых местах поверхностного слоя. При погружении химостойких стекловолокнистых материалов в воду прочность их снижается, но после высушивания полностью восстанавливается. Изделия из стеклянного волокна натрийкальцийсиликатного состава, содержащие более 15 % (мас.) оксидов щелочных металлов, после пребывания во влажном воздухе или в воде снижают прочность необратимо в связи с интенсивным выщелачиванием и разрушением. Влага снижает также сопротивление стеклянных волокон изгибу и трению. При нагревании стеклянной ткани до  $250\text{--}300^\circ\text{C}$  прочность ее сохраняется, в то время как волокна органического состава при этой температуре полностью разрушаются. При низких и высоких температурах устраняется адсорбционное воздействие влаги воздуха на стеклянные волокна, что приводит к повышению их прочности. Волокна из натрийкальцийсиликатного и боратного стеклотеряют свою прочность при термообработке, начиная уже с  $100\text{--}200^\circ\text{C}$ , волокна из кварцевого, кремнеземного и каолинового стекла теряют прочность на 50 % при нагреве до  $1000^\circ\text{C}$  и последующем охлаждении. Прочность волокон из бесщелочного стекла значительно снижается при  $300^\circ\text{C}$ ; прочность кварцевых волокон при этой температуре практически не изменяется. После нагрева и охлаждения стеклянных волокон наблюдается небольшое повышение их плотности.

Полимерные геосетки при повышении температуры теряют упругие свойства, а уже при минус  $20^\circ\text{C}$  — становятся хрупким. Согласно рекомендациям Росавтодора по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог ограничивается использование полимерных геосеток в покрытиях (применение для армирования полимерных геосеток должно быть обосновано в части получаемого эффекта и требований к их деформативности).

Появившиеся методики расчета армированных покрытий подтверждают практический положительный опыт применения геосеток и показывают зависимость эффективности

армирования от деформативных свойств геосеток. По результатам расчетов по сопротивлению на изгиб, модулю упругости и проверке на образование колеи, применение геосеток из стекловолокна в 2 раза эффективнее, чем полимерных геосеток.

Также следует отметить, что в отличие от неармированных образцов асфальтобетона, в которых обычно возникает одна большая трещина, в армированных образцах образуются мелкие распределенные трещины, за счёт того, что стеклосетка распределяет напряжения на большую площадь.

Стеклосетки армируют асфальтобетон: перенаправляют вертикальные нагрузки в горизонтальную плоскость, перераспределяют горизонтальные напряжения в слое асфальтобетона и снижают активные местные напряжения, поглощая их. Благодаря функции перераспределения усилий сильно снижаются местные нагрузки в асфальтобетоне, он дольше остаётся работоспособным, что ведёт к уменьшению трещин в покрытии. Тем самым заметно увеличивается срок эксплуатации всей дорожной одежды и отдельных конструктивных слоёв.

Многолетний зарубежный и отечественный опыт использования геосеток для армирования дорожной одежды показывает увеличение срока службы покрытий в 2-3 раза, а в отдельных случаях – до 5 раз. В результате, экономятся огромные средства на содержании автомобильных дорог.

Поверхность материала сетки составляет 5% и не нарушает сцепление слоёв асфальтобетона. Геосетки могут эффективно замедлять процесс образования в асфальтобетоне отражённых трещин, возникающих в зоне швов железобетонных плит, стыков старого и нового покрытия. Эффективны в качестве трещинопрерывающей прослойки.

Технология армирования асфальтобетонов позволяет предотвращать основные деформации и разрушения асфальтобетонных покрытий: температурные, отраженные и усталостные трещины (так как геосетка принимает на себя растягивающие напряжения, которые для асфальтобетона, в силу его физико-механических свойств, наиболее опасны); сдвиговые деформации (колея и волны). Распределяющая способность геосеток позволяет принципиально увеличить рабочую зону нижних слоев покрытия и основания, тем самым, устранить в них пиковые (разрушающие) напряжения.

## **ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

В.В. Шлемин – студент гр.АДА-32, Е.В. Строганов – аспирант,  
Г.С. Меренцова – д.т.н., профессор

Рассматривая динамику развития программных продуктов задач дорожного проектирования на основе современных возможностей компьютерной техники, можно отметить, что наряду с существенным повышением удобства подготовки исходных данных и объёма выходной информации в постановке задач ещё преобладают исторически сложившиеся тенденции и концепции, основанные на традиционных ручных расчетных технологиях.

Очевидно, то, что новые возможности компьютерных технологий должны обеспечить качественно новый уровень решения задач в режиме реального времени, ранее недоступный из-за ограниченных технических возможностей. Для нахождения наиболее оптимального варианта на различных этапах проектирования и с различной степенью детальности ведётся проработка вариантов как элементов дороги (плана, продольного профиля, земляного полотна, конструкции дорожной одежды, схем развязок мостов, и т.д.), так и объекта в целом. При традиционном, ручном проектировании число рассматриваемых вариантов не так велико, так как их проработка и анализ требуют много времени, что не всегда оправданно, учитывая ограничения по срокам.

Современные системы автоматизированного проектирования позволяют создавать достаточное количество вариантов и анализировать каждый вариант по комплексу показателей разнообразных критериев.

Анализируя круг вопросов, реализованных в постановке и разработке программы РАДОН для автоматизированного расчета конструкции дорожной одежды по методике ОДН-218.046, следует отметить значительное расширение спектра решаемых задач.

В структуре программы РАДОН авторами заложены возможности более широкого круга вопросов, чем это было регламентировано базовым стандартом.

К таким вопросам следует отнести:

- расчет прочности конструкции для пропуска сверх тяжёлых нагрузок на многоколесных

транспортных платформах;

- расчет конструкций нежестких дорожных одежд с жесткими прослойками;
- расчет армированных тонкослойных асфальтобетонных слоёв покрытий;
- расчет конструкций с основаниями, армированными объёмными георешетками;
- расчет армированных покрытий переходного типа.

Основой современной методики расчета дорожных одежд нежесткого типа являлась методика ВСН 46-60. Для всей дороги регламентировалось обеспечение пакетом конструктивных слоёв дорожной одежды допустимой величины общего модуля деформации. В методику расчета был введен целый ряд критериев, учитывающий условия работы конструкции в зависимости от особенностей природных, грунтово-геологических, гидрологических, а также проектируемой пространственной геометрии дороги.

Решения по конструкции дорожной одежды были направлены на необходимость обосновать, согласовать и утвердить основные проектные решения, так как они определяли основной объём капиталовложений в строительство дороги и объёмы строительных материалов. При этом на данной стадии вопрос учета реальной привязки пакета к конкретным особенностям района проложения не рассматривался и считался второстепенным. Попытка привязать утвержденный вариант, рассчитанный на грубо обобщенные данные о реальных условиях проекта, зачастую приводила к противоречиям, а иногда и к выводам о необходимости полного изменения конструктива слоёв основания.

Конечной целью такой разработки является не 2-3 варианта дорожной одежды, отличающихся друг от друга толщиной слоёв, а целый набор конструкций, индивидуальных для конкретных участков проектируемой дороги. Каждый вариант конструкции будет в этом случае оптимизирован по реальным гидрологическим, геологическим условиям своего участка и общей геометрии.

При использовании систем комплекса CREDO, с наличием в программном комплексе общей базы данных, содержащей достаточно подробную информацию о геометрических параметрах, грунтово-геологических условиях, принятых конструктивных решений по плану, продольному и поперечным профилям позволяет в довольно короткие сроки рассмотреть и проанализировать по комплексу показателей некоторое количество вариантов, достаточное для принятия оптимального решения. Преимущество использования комплекса CREDO при вариантном проектировании автомобильных дорог имеет особое значение для такого рода проектов, задачей которых является определение генерального направления проектируемого обхода, установление величины транспортного потока, который будет переключен с существующей дороги, установление категории обхода, определение мероприятий по реализации проекта, объёмов работ и стоимости строительства.

С развитием автоматизации проектирования возникли новые методы вариантного проектирования, например, трассирование в полосе цифровой модели местности. Суть вариантного проектирования сводится к тому, что проектировщик трассирует на цифровой модели местности, полученной в результате сканирования и оцифровывания карты, ширина полосы которой достаточна для поиска оптимального проектного решения. А затем накладывает план трассы в нескольких вариантах. Данный способ был применён при

проектировании участка автомобильной дороги М-27 Джугба-Сочи до границы с Республикой Грузия.

При этом учитывается не только особенности существующего рельефа, но и наличие существующей застройки, водных препятствий, транспортных сетей, инженерных коммуникаций; одним словом все, что могло бы повлиять на проложение проектируемой дороги. Уникальность такой технологии заключается в том, что становится возможным получить плано-координатную привязку выбранных для дальнейшего рассмотрения вариантов. В дальнейшем достаточно создать цифровую модель местности лишь в местах прохождения выбранных вариантов, это приводит к значительному ускорению работы и к уменьшению затрат на инженерно-геодезические работы.

Применение автоматизированных программ получает всё большее распространение, так как они значительно сокращают сроки проектирования и при этом у проектировщика есть возможность выбрать наиболее оптимальный вариант, подходящий для данной местности с наибольшей экономической выгодой.

Литература:

1. Автоматизированные технологии изысканий и проектирования №12, 2003г. Л.А.Токарев, Л.О. Верютина, А.В.Романчук, «Направления развития автоматизированных технологий расчетного обоснования конструкции дорожной одежды».

## **АНАЛИЗ СНЕГОЗАНОСИМОСТИ И ЗАИЛИВАЕМОСТИ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ РОМАНОВО-МАМОНТОВО, АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

А.С. Криворученко – студент гр. АДА-32, Г.С. Меренцова - д.т.н., профессор

Проведён анализ состояния круглой, двухчковой, железобетонной, водопропускной трубы на 196-м километре автомобильной дороге третьей технической категории. Было выявлено нарушение правил содержания трубы в зимнее время, поэтому она не была защищена специальным щитом для задержания снега. Уровень снега занимал половину объёма трубы. Структура снега плотная, в связи с тем, что колебание дневной и ночной температуры существенно менялось. Изменение температуры вызвало подтаивание снега, что привело к уплотнению его структуры. Несоблюдение зимнего содержания трубы приводит к появлению дефектов в бетоне тела трубы. При этом в процессе замораживания и оттаивания возникают внутренние напряжения, разрушающие бетон, и в целом снижающие прочность и долговечность. В этом случае большое внимание должно быть уделено защите трубы от попадания в неё снега и последующему содержанию водопропускной трубы в течении года.

Для труб требующих ремонта необходимо рационально выполнять ремонтные работы.

Основными задачами содержания и текущего ремонта труб являются: поддержание нормального водостока через трубу и предупреждение образования дефектов в насыпи и проезжей части над трубой и в конструкции трубы, устранение мелких повреждений.

Водопропускные трубы очищают летом от мусора и ила, а зимой от снега и льда. Работы производят вручную скребками, механизированным способом или с помощью гидромонитора. Гидромонитором трубы очищают сначала с низовой стороны, освобождая русло и трубу от мусора и ила, а затем производят окончательную промывку, направляя струю в трубу с верховой стороны. На зимний период все трубы следует закрывать на входе и выходе хворостяными матами, щитами для предотвращения проникания снега внутрь трубы. На водотоках и щитах оставляют отверстие на случай оттепелей.

Ремонт труб рекомендуется проводить в летний период. При развитии значительных деформаций (растяжка труб, вертикальное смещение звеньев и т.д.) производят перекладку отдельных звеньев труб.

Если гидравлическим расчётам обоснована возможность беспрепятственного пропуска водного потока при меньшем отверстии трубы, допускается усиливать дефектные трубы путём установки новых звеньев внутри старых с устройством плавных сопряжений (бетоном или полимербетонными материалами) между ними.

Трубы, имеющие большие повреждения элементов, при невозможности усиления подлежат перестройке. До выполнения ремонтных работ такие трубы необходимо временно укреплять постановкой рам, подпорок, кружал и т.д.

За трубами, имеющими стеснённое отверстие, устанавливают наблюдение, имеющее целью не допускать закупорки отверстия.

При появлении признаков повреждения гидроизоляции производят её ремонт. Для этого вскрывают насыпь над дефектным участком трубы, заполняют швы паклей, пропитанной битумной мастикой. Дефектные швы на ширину 25 см, а также участки с видимыми нарушениями гидроизоляции покрывают несколькими слоями рулонного материала, чередуя с битумной мастикой. Остальную часть наружной поверхности трубы обмазывают двумя слоями битумной мастики.

Засыпку трубы производят слоями по 15-20 см с тщательным уплотнением грунта трамбовками.

При появлении небольших затухающих деформаций осадки или смещение звеньев труб дефектные швы заделывают, а лоток трубы выравнивают бетоном. Зазоры между звеньями в швах заделывают просмоленной паклей, а затем жестким цементным раствором.

Пустоты за трубами, образующиеся, в следствие вымывания грунта через дефектные швы, при небольших высотах насыпи заполняют грунтом скрывая сверху дефектный участок, а при высоких насыпях или не целесообразности вскрытия насыпи- песком или цементопесчаной смесью под давлением. Для этого инъекторы устанавливают в швы между звеньями и нагнетают указанные материалы с помощью цемент-пушки или растворонасоса. После заполнения пустот дефектные швы заделывают.

Деформированные оголовки перестраивают с одновременным устранением причин, вызвавших деформации.

При ремонте укреплений на выходе из трубы устраняют растительность (если имеется), восстанавливают сплошность грунтового основания, в необходимых случаях устраивают подготовку под плиты крепления, укладывают плиты, жестко соединяют (связывают или сваривают) выпуски арматуры из плит и покрывают битумным лаком, швы заполняют бетоном.

При частых заиливаниях труб следует предусматривать мероприятия, уменьшающие мутность потока: при возможности устраивать отстойные бассейны перед сооружениями, требовать от хозяйств выполнения агротехнических мероприятий, повышающих антиэрозионную устойчивость грунта (поперечная вспашка склонов, высев трав, устройства лесопосадок и т.д.).

Для предупреждения дальнейших размывов на дорогах, где отсутствует система поверхностного водоотвода, необходимо организовывать водоотвод с покрытия над трубой, устроив на участках спусков к ней прикромочные лодки по обеим сторонам проезжей части дороги. Длина участка принимается не менее 100 метров. Сброс воды с покрытия должен осуществляться в русле сооружения поперечными сбросными лотками, устанавливаемыми непосредственно у трубы, обеспечив защиту русла от размывов на выходе потока из лотков. Параметры элементов системы водоотвода должны быть обоснованы гидравлическим расчётом.

Кроме описанных выше видов работ осуществляется борьба с наледями оголовков труб. Обычно налédный лёд из отверстий труб удаляют вручную. Так же применяют парооттаивание, которое производят при помощи передвижного парообразователя.

Для предотвращения закупорки труб наледями применяют противоналédные оголовки. Над порталная стенка, открылки и щит образуют в оголовке замкнутое пространство недоступное для затекания наледи, когда её толщина превысит высоту щели. В связи с этим

открылки делаются прямоугольной формы и их высота должна превышать расчётную толщину наледи не менее чем на 0,25 метров. Осенью перед наступлением устойчивых отрицательных температур щит подвозят к трубе, устанавливают на упоры, фиксирующие высоту щели, и прикрепляют к вертикальным уголкам болтами. Для предотвращения смерзания щита с наледью на его верховой стороне натягивается полиэтиленовая плёнка. Конструкция противоналётного оголовка позволяет по заданному режиму автоматически регулировать налётный сток, с разделением его на сток через трубу и аккумуляцию наледи перед оголовком трубы.

Комплекс мероприятий по проведению вышеуказанных работ позволяет улучшить состояние водопропускных труб, и в целом повышает устойчивость земляного полотна на автомобильных дорогах.

## **ОПОЛЗНЕВАЯ ОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТОВ И РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ИХ ЗАЩИТЫ**

А.С. Багдасарян, Р.А. Горбатов - студенты гр.АДА-31  
научный руководитель – доцент, И.К. Калько

В действующих отечественных нормативных документах по мостостроению вопросы защиты мостов, опоры которых расположены на склонах рек с реальной или потенциальной оползневой опасностью, никак не отражены. Вместе с тем актуальность этой проблемы совершенно очевидна.

Большинство рек России имеет меридиональное направление, и водный поток, подверженный Кориолисову ускорению, вызывает подмыв одного из берегов склонов, который, как правило, имеет оползневую структуру, подвержен действующим оползневым процессам или обладает потенциальной оползневой опасностью.

Разрушения и повреждения мостов, нарушающие условия их нормальной эксплуатации, влекут не только огромные финансовые и материальные затраты, но и тяжелые экономические и социальные последствия в целых регионах, связанные с нарушением транспортных коммуникаций.

Как показали исследования, коэффициент устойчивости склона в створе моста составляет 1,19, что явно недостаточно для обеспечения безопасности такого уникального сооружения. Однако серьезных противооползневых удерживающих сооружений, гарантирующих эксплуатационную надежность моста в течение 100-120 лет, не предусмотрено.

При проектировании моста должны учитываться изменения напряженно-деформированного состояния геомассива склона после их пригрузки весом подходных насыпей и возможные нарушения гидрогеологического режима склона в процессе строительства и после его завершения. При этом противооползневые мероприятия, включая противооползневые удерживающие конструкции, должны входить в комплект проектной документации мостового перехода. Нельзя отделять мост от концевых участков подходных насыпей, влияющих, а иногда и предопределяющих схему моста и его эксплуатационную надежность. Расчеты устойчивости положения на глубокий сдвиг с захватом грунтов основания должны проводиться в любом случае, а не только для подходных насыпей высотой 12 м и более, как этого требуют современные нормы. Требуемый коэффициент устойчивости при этом должен быть никак не менее 1,4, что полностью корреспондируется с требованиями, предъявляемыми к надежности мостов.

При проектировании сопряжений мостов с геомассивами склонов и подходных насыпей и необходимых противооползневых сооружений следует учитывать, что мост при его взаимодействии с оползневым склоном представляет собой локальное сооружение по сравнению с оползневым склоном, имеющим значительную протяженность.

Противооползневая удерживающая конструкция из буровых свай при значительной мощности оползневого массива требует устройство несколько рядов этих свай. При этом не

всегда удается обеспечить условие прочности свай на действие изгибающего момента и поперечной силы для восприятия огромных величин оползневых давлений. Кроме того, при расположении оси противоположной удерживающей конструкции из рядов буровых свай перпендикулярно оси моста и направлению скольжения оползня эту противоположную конструкцию приходится устраивать значительной протяженности для защиты створа моста. Такое решение является очень дорогим, что не позволяет включить его в смету мостового перехода. Вместе с тем в задачу защиты моста от оползневого воздействия не входит защита всего прилегающего к мостовому переходу оползневого участка склона. Поэтому весьма эффективным представляется вычленение створа моста и конечного участка подходной насыпи из оползневого геомассива склона продольными рядами буровых свай. Такой ряд, объединенный ростверком, будет иметь огромную жесткость и не должен воспринимать непомерно большие величины оползневого давления.

Расположение промежуточных опор моста на оползневом склоне, а также ряд конструктивных мер позволит увеличить ее несущую способность конструкции на оползневое давление. Устройство ростверка с «kozyрьком» позволит устроить пригрузку оползневого склона на восходящем участке кривой скольжения, что снизит оползневое давление. Пригрузка одновременно увеличит продольные сжимающие силы в сваях, что облегчит условия их работы, а смещение оси стойки опоры на эксцентриситет по отношению к оси ростверка будет частично компенсировать изгибающий момент в сваях от оползневого давления на них ниже подошвы ростверка.

Другой вариант повышения толерантности опоры моста к оползневому воздействию состоит в устройстве фундамента опоры в виде стенок прямоугольного сечения, оказывающих минимальное сопротивление протеканию оползневой массы между ними.

Весьма эффективными в защите мостов от оползней и обеспечении надежности сооружений при минимальных затратах оказались армо-грунтовые системы. Армирующие прослойки из высокопрочной геосинтетики или геопластиков должны пресекать расчетную опасную поверхность скольжения. При строительстве мостов и их сопряжений с геомассивами склонов должны быть предусмотрены такие технологии возведения опор и ведения строительных работ на склонах, которые не вызвали бы активизацию стабилизированных оползней: нарушение гидрогеологического режима склона, его обводнение, недопустимые динамические воздействия, подрезку склонов, отсыпку подъездных дорог, нарушающих статику склонов и т.п.

Обобщение опыта проектирования и строительства противооползневых сооружений для мостов содержится в работе.

Армогрунтовая система выполняется из геосинтетической ткани выгодно отличающийся многими качествами: высокая прочность, небольшая деформативность, гарантированный фирмой длительный срок службы (до 120 лет), приемлемое соотношение цены и качества.

В армогрунтовой системе устоя с раздельными функциями длинные армирующие прослойки, выполняющие роль противооползневой конструкции, расположены с вертикальным шагом 70 см. Они чередуются с более короткими прослойками, расположенными также с шагом 70 см, что дает экономию геосинтетики, уменьшает шаг армирования до 35 см, уменьшает толщину слоев песка с целью обеспечения его уплотнения легкими механизмами и предотвращения «выпячиваний» анкерных частей армирующей системы с лицевой стороны. С этой же целью, а также для улучшения отвода воды из конечного участка армогрунтовой системы в ее торцевой части устроены дренажно-упорные призмы из щебня разных фракций. В качестве материала, отделяющего песок от щебня и защищающего геосинтетику от вредного воздействия солнечной радиации в период перерывов в строительстве и вредного контакта со щелочной средой бетона лицевой стенки, использован дорнит. Лицевая стенка армогрунтовой системы сложена из бетонных блоков небольшого размера, монтаж которых не требует грузоподъемных механизмов. Блоки имеют арматурные выпуски для их крепления за арматуру в бетоне лицевой стенки, заполняющем пазухи между кладкой и торцевой поверхностью армогрунтовой системы.

Армогрунтовым конструкциям, несомненно, присущи все свойства технической системы; она обладает новыми свойствами по сравнению с составляющими ее элементами (основание, грунт концевого участка насыпи, конуса или съезда, армирующие элементы, лицевые стенки или облицовки, фундаментные элементы и др.), целесообразно соединенными для достижения поставленных целей. По существующим определениям армогрунтовые системы мостов и транспортных развязок являются открытыми, т.е. имеющими связи и взаимодействие с более крупной системой и окружающей средой - природно-технической системой. Им присущи свойства как детерминированной, так и стохастической систем. Армогрунтовые системы следует отнести к сложным системам, отличающимся многообразием внутренних связей, которые пока лишь частично удается формализовать в виде математических моделей, что указывает на то, что армогрунтовые системы не являются в полной мере хорошо организованными системами.

Вопрос о разработке модели армогрунтовой системы остается пока открытым. Попытка разработки аналитической динамической модели армогрунтовой системы, описывающей все стороны и аспекты ее существования в течение всего расчетного срока эксплуатации, представляет достаточно сложную задачу; такая модель будет либо слишком громоздкой, либо лишь грубым приближением к действительности.

#### Выводы

1. При проектировании мостов должны использоваться соответствующие конструкции устоев и опор мостов, обеспечивающие их надежную защиту от оползневых воздействий.
2. Эффективным методом защиты мостов от оползней при обеспечении их необходимой надежности является использование армогрунтовых систем, что подтверждается практикой строительства.

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОБАНОВ**

Е.С. Шкред – студент гр.АДА-31, О.В. Хомякова - к.э.н, профессор

Основными особенностями автобанов являются разделение встречных потоков автомобилей с выделением для каждого из этих потоков самостоятельной проезжей части, отсутствие пересечений в одном уровне и сведение к минимуму влияния на режим движения основного потока отдельных автомобилей, въезжающих на дорогу или сворачивающих с нее в сторону. По автобанам запрещается движение тихоходных транспортных средств, мопедов, велосипедистов и конных повозок.

Магистральные дороги—дороги для дальних грузовых и пассажирских перевозок, в том числе международных, проходят обычно в обход населенных пунктов и обеспечивают возможность интенсивного автомобильного движения. В отдельных случаях магистральные дороги могут иметь одну проезжую часть без разделительной полосы (например, дорога Москва — Минск).

По принципам проектирования к автомобильным магистралям близки парковые и туристские дороги (Parkway, Fremdenverkehrs-strassen), предназначенные исключительно для движения легковых автомобилей с полным или частичным контролем въезда на пересечения, проходящие обычно в красивой местности или по специально оформляемой под парк широкой полосе отвода. Иногда такие дороги строят для привлечения туристов, что актуально в настоящее время для Алтайского края, как развивающейся зоны туризма и отдыха. Доходы от таких дорог во многих странах являются существенным источником пополнения бюджета.

Обоснование методов проектирования автобанов вылилось в самостоятельный раздел науки о проектировании автомобильных дорог. Обеспечение безопасности движения с большими скоростями предъявляет специфические требования к элементам трассы дороги. При проектировании автобанов приходится учитывать особенности психологического восприятия водителями дорожных условий при движении с высокой скоростью, необходимость пространственной плавности и логической ясности трассы, законы

видимости дороги в перспективном искажении на больших расстояниях, вопросы устойчивости автомобилей на кривых при движении с высокими скоростями, повышенные требования к ровности покрытий и прочности дорожных одежд. Проекты автобанов требуют весьма глубокого технико-экономического обоснования.

Опыт проектирования автобанов накапливается постепенно. В большинстве стран строительством магистральных дорог начали заниматься только 20—30 лет назад. Поэтому разработку методов их проектирования нельзя считать завершенной и они еще нуждаются в развитии теоретической базы.

Автобаны стремятся прокладывать по новым направлениям, в обход населенных пунктов. Не связанные с исторически сложившимися направлениями существующих дорог они дают возможность при их проектировании в полной мере реализовать итоги научных разработок и получить трассу, полностью удовлетворяющую требованиям движения автомобилей с высокими скоростями.

Автомобильные магистрали позволяют полностью реализовать динамические качества современных автомобилей. Техничко-экономическая эффективность постройки автомобильных магистралей проявляется в сокращении затрат времени на перевозки в связи с ростом скоростей движения. Облегчается управление автомобилями и уменьшается количество дорожных происшествий.

Неоднократно проводившиеся сравнительные поездки по автомобильным магистралям и параллельным дорогам высоких технических категорий доказывали существенный выигрыш при использовании автомобильных магистралей.

В результате пользования автомобильной магистралью «Дорога Солнца» в Италии продолжительность проезда, например, из Милана во Флоренцию (311 км) сократилась для легковых автомобилей с 5 ч 20 мин до 2 ч 30 мин. Из Милана в Неаполь (755 км) стало возможным доехать за 7—8 ч. «Италия стала короче», — писали газеты в дни открытия движения.

Таблица 1

Показатели	Обычная дорога	Автомобильная магистраль	Выигрыш при пользовании магистралью, %
Расстояние, км	524,8	520	1
Продолжительность	9 ч 43 мин	7 ч 46 мин	20
Средняя скорость, км/ч	54	67	24
Расход бензина, л	148	120	12
Число переключений	504	127	74
Число торможений	167	9	95
Число остановок	79	4	95

Таким образом, строительство автобанов является экономически эффективным. Техничко-экономическая эффективность постройки автомобильных магистралей проявляется в сокращении затрат времени на перевозки в связи с ростом скоростей движения. Облегчается управление автомобилями и уменьшается количество дорожных происшествий.

## **ОБОСНОВАНИЕ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Р.А. Горбатов – студент гр. АДА-31, О.В. Хомякова - к.э.н, профессор

В настоящее время в мировой практике большое внимание уделяется комплексной механизации, индустриализации и автоматизации строительного производства. При этом

наблюдается рост стоимости основных производственных фондов, включая и наиболее активную их часть - строительные машины.

Индустриализация дорожного строительства предполагает широкое использование машинных технологических линий, комплексов машин при реализации дорожно-строительных и ремонтных работ. Примерами могут служить технологии горячей и холодной регенерации асфальтобетонных покрытий, представляющие собой непрерывные технологические потоки конвейерного типа со скоростью потока 2,5-3 м/мин.

Индустриализация строительного производства требует применения машин более высокой единичной мощности, позволяющих внедрить современную технологию изготовления некоторых видов сложного оборудования, а также применение специализированных транспортных средств.

На основе изучения и обобщения отечественного и зарубежного опыта использования манипуляторов определена целесообразность роботизации свыше 80 % операций при строительстве путепроводов и мостовых переходов, в том числе: нанесение окрасочных и защитных покрытий на строительные изделия, заготовка, механическая обработка и сварка арматуры и закладных деталей, заготовка и сборка пространственных конструкций, чистка, смазка и переноска форм, открытие и закрытие бортов, производство стройматериалов, транспортные, погрузочно-разгрузочные работы и другие операции.

Более эффективное использование транспортных средств позволяет экономить ресурсы. Доставка грузов с предприятий стройиндустрии на строительные площадки составляет 14...16% общей стоимости строительно-монтажных работ (СМР), а при строительстве дорог от 18...20%. Особая роль принадлежит специализированным типам автотранспортных средств. В настоящее время обеспеченность ими производства составляет лишь 7% от общего числа автомобилей, при расчетной потребности 25...30%. Потери на перевозке на специализированных автомобилях песка, щебня, цемента и др. материалов составляют 8...10%. Бой кирпича в процессе транспортировки, погрузки и разгрузки находится в пределах 15...18%. Повреждается значительное число сборных железобетонных конструкций.

Увеличение транспортных затрат необходимо учитывать при строительстве объектов в случае ухудшения состояния подъездных и объездных дорог. Так, при отсыпке земляного полотна включение в состав звена одного автогрейдера для поддержания в хорошем состоянии подъездных путей, позволит исключить часть транспортных средств, занятых перевозкой грунта.

Применение новых технологий — это важный шаг вперед по пути выполнения и внедрения в производство программы ресурсосбережения, что особенно важно на современном этапе и отражается целым направлением в Алтайском крае, продиктованным решением правительства в части ресурсосбережения, новый взгляд на технологию санации покрытий, восстановления утраченных свойств дорожных одежд их дополнительных слоев, земляного полотна.

Будущее в решении проблем ремонта автомобильных дорог новыми технологиями, так как они отвечают очень жестким требованиям, обеспечивая:

- высокие темпы ремонтных работ;
- безопасность движения при производстве работ в условиях не прекращающегося движения;
- высокое качество работ при сравнительно низкой их стоимости;
- экологическую безопасность работ.

Таким образом, важнейшее направление по повышению эффективности дорожного строительства - применение современных технологий, позволяющих повысить качество продукции, производительность труда и экономить энергоресурсы.

