

Секция СТРОИТЕЛЬСТВО  
Подсекция СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

ВЛИЯНИЕ НАЛЕДЕЙ НА ОБЪЕКТЫ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИЯХ  
АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

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

Многие проблемы круглогодичного безопасного движения в Алтайском крае создают различные типы наледей. Особенно часты наледи у мостов и труб. Это объясняется тем, что при их постройке изменяется русло, по которому течет поток, возникают мерзлотные перемычки в грунте, меняются условия промерзания водного потока и грунтов. Наледь заполняет трубы и образует бугры под мостами. Течение водного потока стесняется льдом, вода ищет выход на поверхность, разливается топкими слоями, быстро охлаждается и замерзает. Этот процесс вызывает быстрый рост речных наледей, которые особенно опасны в непосредственной близости к мостам и трубам.

Так же опасными являются наледи, образованные в результате выхода грунтовых и подземных вод на поверхность. Из-за их образования ухудшаются прочностные показатели автомобильной дороги – происходит переувлажнение земляного полотна, при выходе наледи на дорожную одежду повышается зимняя скользкость, увеличивается аварийность на этих участках дороги.

В Алтайском крае встречаются все типы наледей в горных и предгорных районах, наиболее распространены наледи от грунтовых вод, наиболее проблемные наледи с точки зрения их ликвидации - наледи в отверстиях искусственных сооружений, с выходом на проезжую часть. Образование наледей может происходить в одних и тех же местах на протяжении многих лет (сезонная наледь), наледь также может быть временной – появление в один год в связи с климатическими особенностями зимы этого года.

Борьба с наледями осуществляется как в зимний, так и в летне-осенний период, включает в себя устройство защитных конструкций (ограждающих объект от места образования наледи), конструкций отвода наледной воды (канавы, лотки), мероприятий по углублению русла водотока, изменение направления потока воды. В летне-осенний период, устройство противоналедных мероприятий легче по трудоемкости, чем ликвидация наледей зимой, в большинстве случаев такие устройства служат более одного сезона (следует применять для сезонных наледей), и соответственно их возведение и эксплуатация обходятся в разы дешевле. Все методы и устройства противоналедной борьбы разделяют на временные и постоянные.

В Алтайском крае из временных мероприятий и устройств применяют:

- *Временные объезды* – устройство объезда участка с наледью, на период, когда в следствии выхода наледи на проезжую часть автомобильной дороги, нарушаются условия безопасного проезда транспортных средств по ней;
- *Уборка льда* – удаление льда с поверхности автомобильной дороги, либо из искусственных сооружений механическим, химическим или термическим способом;
- *Отвод воды по канавам* – отвод наледных вод, образующихся при таянии наледи по канавам во льду;
- *Сезонные мерзлотные пояса* - полосы расчистки с валами из снега или грунта и водоотводными канавами;
- *Щиты и валы из подручных средств* – ограждающие противоналедные устройства, препятствующие выходу наледи на проезжую часть автомобильной дороги.

Из постоянных мероприятий и устройств применяют *безналедный пропуск водотоков* (сосредоточение в открытом русле, лотки (открытые, закрытые) другие мероприятия и устройства (*комбинированные противоналедные сооружения* (дренаж и забор, вал и лоток, затворы и теплоизоляция и др.), *задержание наледи* (наледный пояс, забор, вал с экраном),

*свободный пропуск наледи* - замена малых искусственных сооружений на более большие, подъём малых и средних мостов на большую высоту) применяют не во всех районах края.

Из описанного выше следует, что в крае проводят мероприятия ликвидации образовавшейся наледи зимой, редко используют методы и устройства предотвращения образования наледи в летне-осенний период, при этом практически все методы относят к временным.

Проводимые мероприятия по устранению наледей, методы борьбы с ними и предупреждению наледообразования в будущие периоды весьма обоснованны, учитывая что борьба с наледями является сложным, затруднительным и круглогодичным процессом, требующим дополнительные финансовые затраты на содержание автомобильных дорог, большие затраты труда и специализированный парк техники.

Образованную наледь, как в отверстиях искусственных сооружений, так и в пределах дороги, необходимо ликвидировать, чтобы не допустить нарушение водоотвода, выхода талой воды на проезжую часть и в пределы полосы отвода в весенний период года с последующим намоканием конструктивных слоев земляного полотна и его деформации, размывом проезжей части и откосов полотна. Удаление наледи весьма затруднительный процесс.

Для того, чтобы наледь не образовывалась, необходимо применять постоянные мероприятия и сооружения.

Использование постоянных мероприятий на перспективу развития наледей на определенных участках, особенно комбинированных мероприятий, эффективно сказывается на безопасности проезда по автомобильной дороге, и не влияют на пропускную способность сооружений (отверстия труб и мостов не забиваются наледным льдом, либо намерзание происходит на малую часть отверстия), соответственно зимой не приходится проводить ликвидацию наледей, при этом действие таких сооружений возможно десятки лет.

## РЕГЕНЕРАЦИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Новосёлова Е.В. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор.

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Регенерация – это технология ремонта асфальтобетонных покрытий с восстановлением их первоначальных эксплуатационных свойств (прочности, ровности, шероховатости).

Существует большое количество методов регенерации асфальтобетонных покрытий, которые можно объединить в несколько групп:

- методы горячей регенерации на месте (на дороге);
- методы холодной регенерации на месте (на дороге);
- методы холодно-горячей регенерации на месте (на дороге) - (комбинированные методы).

В случаях, когда несущая способность основания дорожной одежды сохранена, либо не соответствует нормативному значению менее чем в 1,5-2 раза, возможно проведение капитального ремонта с использованием горячей регенерации асфальтобетонного покрытия. Этот метод предусматривает нагрев покрытия, разрыхление, добавку вяжущего и /или новой смеси, перемешивание и повторную укладку, с последующим уплотнением.

Существующий асфальтобетон содержит два основных компонента: минеральная часть и битум. При регенерации покрытия на АБЗ, асфальтобетон разогревается в измельченном виде. В этом случае площадь нагрева резко увеличивается, и большая часть битума выжигается, либо подвергается высокой тепловой обработке, в результате которой окончательно теряются его свойства.

При горячей регенерации на месте нагрев покрытия осуществляется через верхнюю его часть, т.е. через малую площадь относительно его объема. Для уменьшения выжигания битума нагрев производится ступенчато, в несколько приемов. Выжигание битума

происходит в верхних слоях на глубину максимум до 5 мм. Остальная часть асфальтобетона разогревается без потери качества битума. Разогретое покрытие разрыхляется. Новое вяжущее попадает на обвалованный старым битумом каменный материал. Старый битум выступает в роли «клея», к которому приклеивается новый битум. Таким образом, общая толщина битумной пленки увеличивается, и наружная часть пленки состоит из нового битума.

При применении данного метода, восстанавливаются свойства существующего асфальтобетонного покрытия на всю его глубину. И в зависимости от требуемых прочностных показателей на это покрытие укладывают износостойкий слой асфальтобетона, например ЩМА, либо оно выступает в роли нижнего слоя покрытия дорожной одежды и поверх него устраиваются дополнительные слои асфальтобетона. Регенерация проводится последовательно по каждой полосе, без перекрытия движения по другим полосам. Пропуск движения по регенерированной полосе возможен сразу после окончания уплотнения. Это существенно повышает, по сравнению с другими методами ремонта, как безопасность движения, так и пропускную способность дороги при производстве работ. Метод регенерации в этом случае имеет ряд преимуществ. Так, при относительно небольшой глубине регенерации до 5-10 см, трещинообразование асфальтобетонного покрытия ликвидируется не только в регенерируемом слое, но и в нижележащих слоях асфальтобетона, которые не подвергаются переработке. Использование данного метода экономически наиболее выгодно по сравнению с использованием других методов ремонта, т.к. при применении данного метода происходит повторное использование материала конструктивного слоя с восстановлением всех его первоначальных свойств.

Технология холодной регенерации подразумевает под собой регенерацию асфальтобетона без дополнительного разогрева асфальтобетонного гранулята. Регенерацию без разогрева можно производить как в установке, так и на месте.

Технология холодной регенерации заключается в снятии и размельчении материалов слоев существующей дорожной одежды с помощью холодных фрез; введении в образовавшийся асфальтобетонный гранулят при необходимости нового скелетного материала, вяжущего и других добавок; перемешивании всех компонентов с получением асфальтогранулобетонной смеси; распределении ее в виде конструктивного слоя и уплотнении, после чего АГБ-смесь превращается в регенерированный асфальтобетон.

Технология холодно-горячей регенерации включает следующие операции:

—на очищенное от пыли и грязи покрытие распределяется равномерный слой щебня на всю полосу обработки. Новый щебень обычно добавляют в количестве 50-70% объема отфрезерованного гранулята;

—холодной фрезой на глубину 30-50мм снимается верхний слой покрытия, измельчается, одновременно перемешивается с новым щебнем и выкладывается в виде вала на полосе фрезерования;

—погрузчиком-питателем смесь гранулята со щебнем подается в движущийся сушильный барабан асфальтосмесительной установки, где смесь высушивается и подогревается до рабочей температуры;

—горячая смесь поступает в смесительное отделение асфальтосмесителя, куда вводится битум в количестве 5-7% от массы нового щебня, и перемешивается;

—из смесителя готовая смесь выгружается в приемный бункер асфальтоукладчика, распределяется и предварительно уплотняется;

—окончательное уплотнение производится комплектом катков.

В результате общая толщина асфальтобетонного покрытия увеличивается на 2-4см. На этот слой укладывается защитный слой в виде поверхностной обработки или слой износа из новой асфальтобетонной смеси.

На отечественных АБЗ редко применяется рециклинг старого асфальтобетонного покрытия, хотя, как показала многолетняя практика во многих странах, продукты такой переработки можно использовать в асфальтобетонных смесях при укладке как нижних, так и

верхних слоев покрытий автомобильных дорог высоких категорий. Опытом разных стран, в том числе и России, доказано: переработка на АБЗ асфальтовой крошки позволяет значительно снизить себестоимость получения новой смеси за счет экономии вяжущего и минерального материала.

Рециклингом в России полнокрвно занимаются всего несколько предприятий, например, АБЗ-4 «Капотня» в Москве, ГК «АБЗ-1» и ООО «Бетон» в Санкт-Петербурге.

Приведем некоторую статистику:

—в США ежегодно производятся 76 млн т регенерированного асфальтобетонного покрытия (РАП), 95% из этого используется в горячем рециклинге, а доля РАП в асфальтобетонных смесях в целом составляет 21%;

—в Японии всего производится 24 млн т РАП, из этого 98% используется в горячем рециклинге, а доля РАП в асфальтобетонных смесях составляет 47%;

—в странах Европы всего производится 53 млн т РАП, доля РАП, используемого в горячем рециклинге равна 46%, а его доля в асфальтобетонных смесях равна 8%.

За сезон при ремонте дорог в результате снятия старых асфальтобетонных покрытий скапливается огромное количество материала. В Москве в результате фрезерования образуется около 2 млн т асфальтовой крошки в год. В России же это всё перерабатывается очень редко.

## ОСОБЕННОСТИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ВОДОПРОПУСКНОЙ ТРУБЫ НА КМ 546+424 АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ Р-256 "ЧУЙСКИЙ ТРАКТ" НОВОСИБИРСК - БАРНАУЛ - ГОРНО-АЛТАЙСК - ГРАНИЦА С МОНГОЛИЕЙ, РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ».

Варавский А.В. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор.

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г.Барнаул)

В данной публикации рассматриваются особенности капитального ремонта водопропускной трубы на км 546+424 автомобильной дороги Р-256 "Чуйский тракт" Новосибирск - Барнаул - Горно-Алтайск - граница с Монголией".

Капитальный ремонт включает в себя комплекс работ по переустройству старой железобетонной водопропускной трубы на новую гофрированную металлическую арку R=2,086 м.

До начала основных работ осуществляется нарезка отводящего русла без укрепления на время производства работ и устройство дамбы высотой 2,7 м.

Искусственное сооружение на км 546+424 металлическая гофрированная труба R-2,086 м. Длина трубы составляет 21,11 м. Толщина металла 6 мм. Фундаменты труб из монолитного бетона В25, F300, W6. Арматура класса АІ и АІІІ по ГОСТ 5781-82\* и ГОСТ 380 94\*.

Под трубой проектом предусмотрена замена грунта на бутовую каменную подушку на глубину до 1,5 м. Частично дно котлована согласно геологического отчета необходимо разработать гидравлическими молотами.

Дорожно-климатическая зона района изысканий – ІV. Благодаря резко континентальному положению и особенностям атмосферной циркуляции климат местности в районе изысканий характеризуется суровой и продолжительной зимой с обильными снегопадами, сильными ветрами и метелями, а также теплым, но коротким летом, с ливневыми грозами и обложными дождями.

Предусмотрен І тип поперечного профиля земляного полотна. Насыпь высотой до 6-ти метров. Заложение откосов 1:1,5. Ширина обочин принята 2,5 м, с учетом установки барьерного ограждения. Ширина земляного полотна – 12,0 м. Ширина укрепленной кромки составляет 0,50 м и устраивается по типу основной дороги.

Проектируемая трасса проложена камерально по существующей автомобильной дороге. Трасса с ПК 0+00 до ПК 0+66 проходит в выемки глубиной до 0,5 м далее до конца трассы в

насыпи высотой до 4м. Автомобильная дорога на рассматриваемом участке имеет асфальтобетонное покрытие. Откосы насыпи задернованы. Конец трассы принят на ПК 2+87,5. С ПК 0+60 по ПК 2+05 с лево в 20-25м от основной дороги восстанавливается объездная дорога, до норм IV категории.

Для обеспечения возможности капитального ремонта водопропускной трубы проектом предусматривается комплекс подготовительных работ: восстановление и отвод в натуре оси участка дороги; устройство строительной площадки; восстановление объездной дороги; разборка ж/б сигнальных столбиков; снятие растительного слоя; разборка существующей дорожной одежды; разборка существующего земляного полотна; разборка трубы.

Для бесперебойного пропуска транзитного транспорта на период капитального ремонта водопропускной трубы проектом предусмотрено восстановление и доведение до норм IV категории объездной дороги.

Производство основных работ необходимо вести в соответствующей последовательности:

- организация движения на период производства работ;
- разбивочные работы;
- разработка грунта котлована;
- замена грунта основания на бутовый камень с тщательным уплотнением;
- устройство подготовки из щебня под фундамент;
- устройство монолитного фундамента с устройством опорного уголка;
- сборка из листовых секций звеньев арки на болтовых соединениях;
- обертывание сооружения геотекстильными материалами;
- устройство грунтового конверта засыпки металлоконструкций( засыпка ведётся слоями по 200 мм с тщательным уплотнением, одновременно с двух сторон арки, разница в отметках засыпки по всем сторонам сооружения должна быть не более 400 мм, грунт у сооружения (на расстоянии до 800 мм) уплотняется ручной машиной виброударного действия, коэффициент уплотнения не менее 0.95)
- отсыпка земляного полотна автодороги с тщательным послойным уплотнением катками;
- устройство порталной стенки из габионных конструкций;
- устройство дорожной одежды по основной дороге;
- устройство откосных крыльев из габионных конструкций;
- укрепление откосов насыпи у арки матрасами.

Важной особенностью данной реконструкции является использование инновационного материала, такого как георешетка дорожная армированная термоскрепленная с геотекстилем (РД30/М300). К основным преимуществам данного материала относятся:

- Увеличение предельно допустимой нагрузки на основание
- Увеличение срока службы покрытий
- Уменьшение колееобразования
- Повышение трещиностойкости дорожного полотна
- Увеличение межремонтных интервалов
- Уменьшение сроков строительства
- Экономия на традиционных материалах за счет увеличения прочности и уменьшения их толщины
- Равномерность и уменьшение осадок грунтов основания
- Возможность проектирования сооружений с постоянно возрастающими нагрузками (технологическими, от подвижного состава)
- Сейсмостойчивость

Георешетка укладывается над трубой для распределения несущей способности дорожного полотна и снижения нагрузки на тело трубы. Укладку георешетки выполняют в продольном направлении относительно оси насыпи путем раскатки рулона с периодическим выравниванием полотна (10-15 м) и легким его натяжением без образования складок.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ ШУМА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

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

Из-за роста интенсивности движения автомобилей на дорогах, постоянно увеличивается шумовая нагрузка на население, которое проживает на территориях, прилегающих к автомобильным дорогам.

Основными факторами, определяющими уровень транспортного шума, являются: интенсивность движения, доля наиболее шумных грузовых автомобилей, характер придорожной территории и дорожные условия, определяющие режим движения. Исходя из этого, выбирают путь решения по понижению уровня шума.

Для понижения уровня шума существует ряд мероприятий: снижение интенсивности движения, запрет грузового движения в ночное время, удаление транзитных магистралей и дорог с грузовым движением из жилых зон, устройство шумозащитных сооружений и зеленых насаждений, создание на придорожной территории защитных полос вдоль дорог и т.д.

Рассмотрим такие мероприятия по снижению уровня шума на автомобильных дорогах, как:

- посадка специальных шумозащитных насаждений;
- строительство дорожных покрытий, при проезде по которым шум имеет наименьшую величину;
- строительство шумозащитных экранов.

Зеленые насаждения помогают человеку в борьбе с шумом. Этот способ является наиболее экономичным. Зеленые насаждения не только поглощают звуковую энергию, но и отражают, рассеивая ее во всех направлениях. Отсутствие зеленых насаждений часто приводит к возрастанию уровня шума, так как звуковые волны усиливаются, отражаясь от вертикальных плоскостей зданий. Поэтому для защиты территории от шума устраивают экраны из зеленых насаждений между источником шума и защищаемыми объектами. Высоту и породу таких экранов выбирают, учитывая их дендрологические и экологические свойства, декоративные качества, газопылеустойчивость и шумозащитную эффективность. Зеленые насаждения в шумозащитном экране должны плотно смыкаться. Наиболее эффективно располагать деревья в шахматном порядке, а так же сочетать деревья с кустарниками.

Так же для понижения уровня шума рекомендуется использовать соответствующие типы дорожного покрытия, которые могли бы внести вклад в снижение шума от движения транспортных средств. Такие дорожные покрытия обычно имеют пористую структуру, которая обладает удовлетворительным звукопоглощением.

Помимо этого, используют акустические конструкции – шумозащитные экраны – это специальные сооружения, которые используют для понижения уровня шума различного происхождения, в том числе от автомобильного транспорта и для защиты от выхлопных газов.

Преимущества такого способа понижения уровня шума:

- акустическая эффективность – надежно защищает от шума;
- простота монтажа – легкие составные части;
- атмосферная стойкость – осадки не попадают внутрь;
- вандалоустойчивость – экраны стойкие к ударам камней и чужеродных предметов;
- долговечность – сохраняются надолго;
- эстетичность - они еще и являются частью пейзажа.

Шумозащитные экраны делятся на шумопоглощающие, шумоотражающие и комбинированные.

Шумоотражающий экран обычно бетонный, кирпичный, поликарбонатный, стеклянный, в отличие от других типов не поглощает звуковую волну, а отражает ее большую часть, возвращая ее к источнику шума. По этой причине, источник шума, и сторона,

противоположная от защищаемого объекта получает повышенную шумовую нагрузку. Шумоотражающий экран может быть не прозрачным, но тогда он состоит из металлических панелей, которые плотно прилегают друг к другу.

Шумопоглощающий экран позволяет гасить энергию звуковой волны. Для изготовления таких экранов применяют акустические панели из железа, алюминия или пластика. Эти панели принимают на себя звуковые волны, пропуская их внутрь через отверстия на передней части. Внутри панелей кинетическую энергию звуковых волн поглощает акустический материал (минеральная шерсть, полиэфирная вата, стекловолокно, гидрофобная полиэфирная вата).

Комбинированный шумозащитный экран сочетает в себе элементы первого и второго типа, то есть гасит звуковую волну, а остаток ее отражает. Состав такого экрана (рисунок 1):

- стойка – двутавровая балка с крепежными уголками;
- опорный профиль – швеллер с фартуком, воспринимающий нагрузку от массы экрана и ликвидирующий щель между экраном и поверхностью земли;
- горизонтальный профиль – холоднокатанный швеллер;
- шумопоглощающая стандартная или ударопрочная панель;
- шумоотражающая панель.

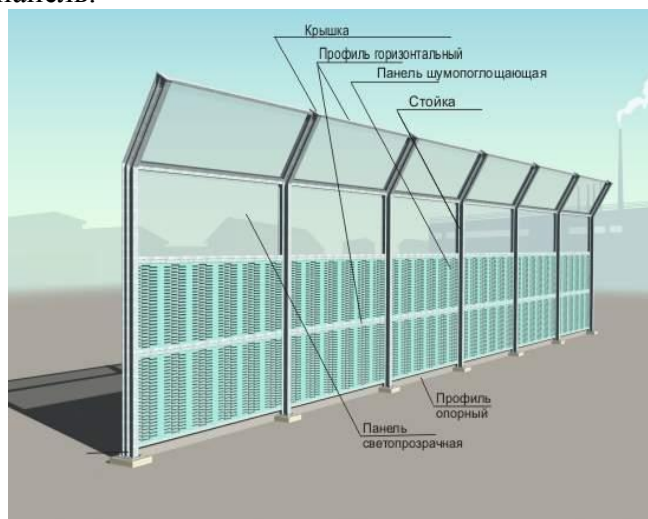


Рисунок 1 – состав комбинированного шумозащитного экрана

Так, например в Алтайском крае шумозащитный экран установлен на участке автомобильной дороги Барнаул - Камень-на-Оби – граница Новосибирской области у села Новомихайловка. Ей присвоена первая категория. Шумозащитный экран изготовлен в Санкт-Петербурге на специализированном заводе акустических конструкций. Его общая протяженность составляет 970 метров.

В заключение можно отметить, что шумовое загрязнение в настоящее время – острая проблема, с которой необходимо бороться, и наиболее экономичным методом борьбы является – посадка зеленых насаждений, а наиболее эффективными и долговечными – шумозащитные экраны и дорожные покрытия с максимальным звукопоглощением.

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Медведев Н.В. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время наледи в предгорных и горных районах Алтайского края являются одними из основных проблем автомобильных дорог в период зимнего наледообразования. В связи с этим был проведен анализ наледей на автомобильных дорогах в ряде предгорных районов Алтайского края.

Зимний период года является одним из самых сложных для эксплуатации автомобильных дорог в предгорных и горных районах края. На ряде участков дорог образовавшиеся наледи повышают аварийность и препятствуют нормальной работе искусственных сооружений.

Наледь представляет собой отложение льда, которое формируется в результате выхода на поверхность земли грунтовой и речной воды с последующим ее замерзанием и постепенным увеличением размера.

В ходе проведения анализа было выявлено, что чаще всего наледи образуются на дорогах Алтайского, Солонешенского, Чарышского и Усть-Калманского районов.

Образование наледи в этих районах обычно происходит в конце декабря – начале января. В свою очередь в Усть-Калманском районе пик образования наледей приходится преимущественно на весну (март-апрель) в результате таяния снега и сбора талых вод в больших логах, с последующим замерзанием.

Наиболее распространенными видами наледей в Алтайском крае являются:

- грунтовые наледи;
- поверхностные наледи.

Образование грунтовых наледей обычно происходит на склонах холмов и косогоров, в тех местах, где водоносный горизонт грунтовых вод находится достаточно близко к поверхности земли. При полном промерзании водоносного горизонта в грунтовых водах повышается давление, и они постепенно начинают деформировать вышележащий промерзший слой грунта. В результате этого образуется бугор, который достигая определенного размера, растрескивается и из него начинает изливаться вода, которая достаточно быстро замерзает и образует наледь.

Наибольшее распространение такие наледи получили на автомобильных дорогах Солонешенского района. К примерам таких дорог можно отнести следующие:

- Быканов мост – Солоновка – Солонешное – граница Республики Алтай;
- К-12 Елиново – Рыбное.

На данных дорогах средняя толщина наледи колеблется от 2 до 4 м, но есть характерные места, где толщина наледи на автомобильной дороге может достигать 6 м и более. В связи с тем, что зима 2015-2016 года была достаточно теплой, то в результате обследования мест, подверженных грунтовым наледям, было выявлено, что максимальная толщина наледи составляет от 1 до 3 м.

В остальных районах края наледи данного типа встречаются редко и негативного влияния на автомобильные дороги практически не оказывают.

В ходе анализа были выявлены основные причины образования грунтовых наледей, к которым относятся:

- вскрытие водоносного слоя при строительстве;
- низкое залегание грунтовых вод;
- образование наледи в результате промерзания не глубоко расположенного водоносного горизонта.

Самыми распространенными наледями на дорогах Алтайского края являются поверхностные наледи. Свое распространение они получили в Алтайском, Солонешенском, Чарышском и Усть-Калманском районах.

Возникновение этих наледей чаще всего связано с небольшой глубиной водотоков. Данное явление обычно случается на небольших реках и ручьях, где в зимний период происходит полное промерзание русла ручья. В этом случае вода не может пройти через оставшееся сечение русла реки и в результате увеличения давления она проламывает лед и, вытекая на его поверхность, замерзает, образуя наледь.

Чаще всего поверхностные наледи, в районах Алтайского края, образуются на неглубоких водотоках, закупоривая отверстия водопропускных труб и выходя от них на автомобильную дорогу. Так же встречаются случаи, когда наледь закупоривает отверстия мостов. К примерам таких мостов можно отнести мост через р. Арефьев в Солонешенском



районе и мост через р. Сараса в Алтайском районе, где в зимний период наледи полностью закупоривают отверстия моста и выходят на его поверхность, создавая опасную ситуацию.

В водопропускных трубах большое влияние на формирование наледи оказывает материал трубы. Так металлические и железобетонные трубы имеют большую теплоотдачу в окружающую среду, по сравнению с другими материалами. Для решения данной проблемы можно предусмотреть монтаж квадратных железобетонных труб и труб из полуколец на грунтовое основание, теплоотдача которого составляет 1 % (в соответствии с «Методическими указаниями по проектированию противоналедных мероприятий и устройств»).

В ходе анализа были выявлены основные причины образования поверхностных наледей, к которым относятся:

- отсутствие русла ручья;
- не глубокое русло реки;
- засорение русла реки или ручья;
- образование наледи в результате промерзания реки или ручья;
- отсутствие снегового покрова;
- замерзание водотока в водопропускной трубе;
- жилые постройки, препятствующие протеканию воды;
- вывоз леса по руслу ручья;

В ходе проведения анализа образования наледи в горных районах Алтайского края были выявлены основные типы образующихся наледей, а так же наиболее частые причины их образования, которые не всегда связаны с природными явлениями, но так с деятельностью человека. По результатам данного обследования, можно разработать варианты предотвращения образования и борьбы с наледями для каждого конкретного опасного участка автомобильных дорог.

## СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОКОЙКОСТИ ДОРОЖНЫХ БЕТОНОВ

Манухов В.В. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

К бетонным смесям для дорожного строительства предъявляются высокие требования по долговечности в тяжёлых условиях эксплуатации. Для получения бетонов высокой долговечности должны быть использованы качественные заполнители и вяжущие, подобраны добавки и максимально ответственно должны быть проведены работы по бетонированию и уходом за твердеющим бетоном.

Бетон для дорожного строительства находится в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации. Он подвергается механическим нагрузкам, истирающему воздействию, а кроме того, полному набору атмосферных воздействий: переменных влажности и температур, мороза. Он часто подвергается и действию противогололедных солей. Поэтому к дорожному бетону предъявляется как значительное количество, так и высокий уровень требований.

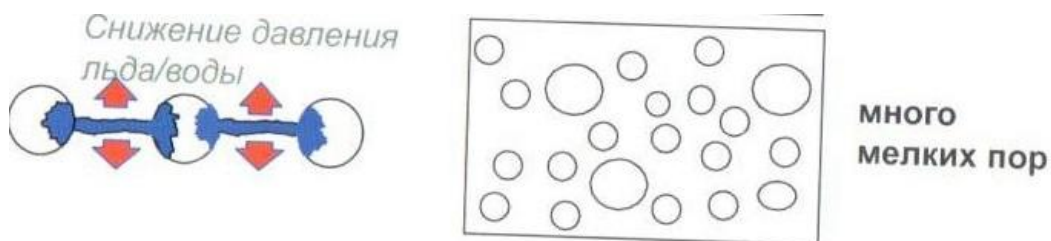
Одним из важных требований для дорожного бетона является его морозостойкость.

Одна из самых эффективных мер по повышению морозостойкости цементобетона – это использование воздухововлекающих добавок. Назначение воздухововлечения в обеспечении заданного количества воздуха в устойчивые пузырьки правильного размера и расстояния, которые остаются в затвердевшем бетоне и улучшают сопротивление замораживанию/оттаиванию.

Формирование пузырьков воздуха происходит благодаря «пенообразовательной» деятельности добавки: иона растворимого ПАВ (Поверхностно-активные вещества) адсорбируются на поверхности цементных зерен, что делает их гидрофобными, поэтому,

когда пузырьки воздуха формируются в процессе смешивания бетона, они «приклеиваются» к цементным зёрнам.

Бетонная смесь без применения воздухововлекающей добавки



Бетонная смесь с применением воздухововлекающей добавки

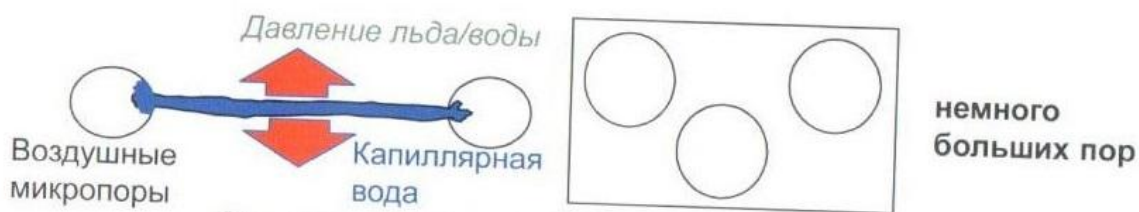


Рисунок 1 – Принцип действия воздухововлекающей добавки

Влияние воздушных пор на морозостойкость:

- Снижение давление в результате выдавливания воды в не полностью насыщенные поры;
- Прерывание системы капилляров, снижение капиллярного подсоса.

Кроме воздухововлечения, представляющего главным направление в повышении морозостойкости бетона, известны и другие. Наиболее очевидным из них – повышение плотности бетона, снижение водоцементного отношения и соответственно снижение капиллярной пористости затвердевшего бетона. При этом в нем остается настолько ничтожное число макропор, что бетон не достигает критического насыщения. По сути это сводится к подбору материалов, подбору гранулометрии бетона, подбору и корректировке состава бетона, применением суперпластификаторов. Однако многие проблемы, связанные с необходимостью повысить морозостойкость бетона, возникают именно потому, что приходится для достаточной удобоукладываемости бетонной смеси идти на некоторое повышение содержания воды

Отдельно можно затронуть тему однородности бетона, когда бетонируешь массивные элементы, очень важно получить однородность показателей качества что внизу элемента, что вверху. Вибрационные бетоны не могут дать однородность показателей качества, поскольку в отдельных зонах бетон будет недовибрирован, а в других перевибрирован. В этой проблеме отдельно рассматриваются самоуплотняющиеся бетоны, поскольку их однородность чрезвычайно высока.

В результате, при создании цементных бетонов для дорожной отрасли необходим комплексный подход, учитывающий формирование требуемой структуры цементного камня и свойств бетона, условия твердения и эксплуатации.

## ДЕФЕКТЫ НА ПОКРЫТИИ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА ИЗ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ С1. ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ.

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

Покрытие дорожное переходного типа – это покрытие, которое применяется на автомобильных дорогах IV и V категорий, и устраиваемое из щебеночных, гравийных и других материалов. При росте интенсивности движения покрытие переходного типа служит основанием для покрытия усовершенствованного типа.

Щебеночно-песчаная смесь С1 используется для устройства дорожного покрытия переходного типа. Преимущества щебеночно-песчаной смеси С1 заключаются в её длительном сроке хранения, а также в удобстве транспортирования. Легко уплотняемую щебеночно-песчаную смесь возможно укладывать даже в неблагоприятную погоду. Применение щебеночно-песчаной смеси не требует использования смесительных установок, сокращая время производства работ.

К недостаткам покрытия переходного типа из ЩПС С1 следует отнести сильную пылимость в сухое время года и быструю потерю первоначальной ровности. Неэкономичность покрытия переходного типа заключается в быстром износе, требующем частых ремонтных работ.

Также на покрытие переходного типа из щебеночно-песчаной смеси С1 происходит образование следующих дефектов – гребенка, ямочность, пылимость, колейность, выкрашивание.

Гребенка, нарушение профиля – разрушение покрытий из щебеночно-песчаной смеси в виде поперечных выступов и углублений.

Причина образования гребенки – избыток мелких фракций в смеси, некачественный подбор смеси, отсутствие поливки.

Допустимая площадь наличия гребенки и нарушения профиля покрытия для IV категории дороги: - допустимый уровень содержания – до 10% общей площади; - средний уровень содержания – до 5% общей площади; - высокий уровень содержания – до 3% общей площади.

Ямочность – разрушение покрытия в виде углублений разной формы.

Причина возникновения ямочности – неудовлетворительная расклинка, неоднородность фракционного состава, некачественный подбор смеси.

Пылимость переходного покрытия – наличие облака пыли при проезде автомобиля по щебеночно-песчаному покрытию.

Причины образования пылимости – некачественное обеспыливание битумной эмульсией.

Допустимая пылимость переходного покрытия для IV категории дороги: - допустимый уровень содержания – допускается вне населенных пунктов; - средний уровень содержания – допускается вне населенных пунктов; - высокий уровень содержания – допускается вне населенных пунктов.

Колейность на переходном покрытии – плавное искажение поперечного профиля покрытия, локализованное вдоль полос наката.

Причины образования колейности – в период усиленного увлажнения покрытие деформируется из-за избытка частиц мельче 0,05 мм, высокая пластичность мелких частиц. Воздействие интенсивного движения транспорта (тяжелый грузовой транспорт).

Порядок измерения глубины колеи: рейка устанавливается на покрытие перпендикулярно оси дороги так, чтобы ее концы опирались на покрытие за полосами наката. Глубина колеи измеряется по обеим полосам наката и фиксируется максимальное значение.

Допустимая глубина колеи на переходном покрытии для дороги IV категории: - допустимый уровень содержания – до 3 см; - средний уровень содержания – до 2 см; - высокий уровень содержания – нет.

Выкрашивание – разрушение покрытия за счет потери им отдельных зерен щебеночного материала.

Причина возникновения выкрашивания – потеря связи между зернами материала, плохое перемешивание материала и его укладка в дождливую или холодную погоду.

На участке по содержанию автомобильной дороги «Зыряновка – Мироновка», км 0+000 – км 3+600 в Заринском районе Алтайского края имеют место выше перечисленные дефекты.

Решаются вопросы устранения этих дефектов в процессе содержания этой дороги, а именно:

Так устранение гребенки осуществляется при помощи срезки данного дефекта автогрейдером с удалением мелкой фракции. Затем необходимо произвести профилирование покрытия автогрейдером и уплотнить катками на пневмоколесном ходу массой 10-13 т с поливкой водой.

Для предотвращения ямочности необходимо произвести ремонт щебеночно-песчаного покрытия:

- очистить участки с дефектом от пыли и грязи,
- полив водой перед кирковкой,
- кирковка покрытия автогрейдером,
- перемещение автогрейдером нового материала с обочины с одновременным разравниванием по всей ширине,
- перемешивание вскиркованного и вновь добавленного материала со сбором в мерный валик,
- разравнивание и планировка материала из валика на всю ширину проезжей части,
- проверка ровности,
- полив водой при укатке,
- подкатка и укатка катками на пневмоколесном ходу массой 10-13 т,
- очистка и разравнивание обочин, проверка ровности.

Для устранения пылимости производится обеспыливание участка автомобильной дороги с переходным типом покрытия в населенном пункте. Обеспыливание битумной эмульсией  $1,3 \text{ кг/м}^3$  осуществляется автогудронатором за 1 проход по одной полосе.

Колейность на данном участке будет устраняться с помощью выравнивания поперечного профиля путем заполнения колеи ремонтным материалом или путем срезания гребней выпора автогрейдером по обеим сторонам колеи, с заполнением оставшейся части колеи ремонтным материалом или без заполнения, и уплотнением с поливкой водой.

Участки с выкрашиванием зернового материала на данной автомобильной дороге необходимо устранить с помощью профилировки и равномерным распределением выкрашенного материала автогрейдером с уплотнением катками на пневмоколесном ходу массой 10-13 т и поливкой водой.

## РОЛЬ ГЕОРЕШЕТКИ В УКРЕПЛЕНИИ СКЛОНОВ И ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Победенный А.С. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При строительстве автомобильных дорог и железнодорожных путей одной из важных задач всегда были и остаются работы по укреплению склонов и откосов земляного полотна.

Основными причинами для укрепления склонов и откосов являются: смывание грунта с его поверхности при значительных атмосферных осадках, вследствие чего, возвышенность превращается в овраг; имеется опасность селевого потока.

Разумеется, укрепление обочин и откосов должно обеспечивать прочность и устойчивость земляного полотна и его откосов, а также неразрываемость грунтовыми, поверхностными водами, требуемую интенсивность, пропускную способность и безопасность движения строящейся на данном полотне автомобильной дороге. Из вышесказанного можно сделать вывод, что укрепление и армирование склонов – это один из наиболее трудоемких и дорогостоящих этапов строительства. Не стоит забывать про еще один важный нюанс: необходимо точное следование строительным нормам и технологическим правилам проекта. Безусловно, и экологичность выбранного варианта укрепления откосов имеет большое значение.

В последнее время большое распространение для укрепления откосов получает геосинтетический материал пространственной «сотовой» ячеистой конструкции – так называемая георешетка. Каркасная конструкция данной решетки состоит из полос нетканого водопроницаемого материала – геотекстиля. Его производят из полиэтилена на основе полиэфирных волокон при низком и высоком давлении. Он является устойчивым к среде в агрессивных условиях, к пресной и соленой воде и что немало важно - нетоксичным. Данный материал выполнен в виде сотовой решетки с толщиной в 1,5 мм. Все соединения сот, которые чаще всего расположены в шахматном порядке, выполнены с помощью сварного шва, что придает всей конструкции прочность и долговечность.

Геосинтетическое изделие хорошо зарекомендовало себя, как очень эффективный материал при выполнении строительства противозерозионной защиты насыпей и откосов повышенной крутизны автомобильных дорог, железнодорожных путей и мостов. Помимо этого, георешетка используется и для укрепления прибрежных зон водоемов – потому что в этих местах грунт особенно сильно подвержен водной эрозии. Важными достоинствами нового материала стали его высокая устойчивость к пресной и соленой воде, грунтовой среде и ультрафиолетовому излучению, за счет чего срок службы конструкции увеличивается. Небольшой объем георешетки в сложенном состоянии значительно снижаются финансовые затраты при транспортировании материала.

Дополнительное преимущество этого изделия – это дренаж местности вдоль каналов. Использование георешетки значительно снижает обвалы, оползни и деформацию склонов. Применение конструкции укрепления склонов георешеткой дает возможность озеленить берега водоемов, защитив их от размывания. В этом случае достаточно использовать в качестве заполнителя в так называемые соты растительного грунта. При строительстве водостоков применение георешетки позволяет экономить на количестве наполнителя основы водотока и создать необходимую поверхность для укладки водоупорной прослойки.

При строительстве железных дорог серьезной проблемой являются склоны и насыпи, по которым проложены рельсы. Слои насыпи передвигаются за счет большого давления и деформируются, следовательно - деформируются и рельсы, поэтому приходится закрывать участки железнодорожных путей на долгое время. Используя георешетку, мы уменьшаем время ремонта и строительства нужного участка дороги. Еще одно применение георешетки – это использование при возведении подпорных стен разной высоты и с нужным углом заложения. В данном случае, ячейки заполняются щебнем или песком с послойным уплотнением.

Принцип действия укрепления откосов георешеткой – это сцепление зернистого материала с ячейками решетки. Данное заклинивание дает возможность решетке оказывать сопротивление горизонтальному сдвигу насыпи, тем самым мобилизовать несущую способность мягкого грунта.

К особенностям георешетки относят использование ей на очень крутых склонах, а также, наполнение ее проницаемыми материалами. Это приводит к тому, что увеличивается устойчивость склонов к поверхностной эрозии, а существующий уровень влажности внутри ячеек решетки обеспечивает рост травяной растительности.

Так, например в Барнауле мы можем увидеть укрепление объемной решеткой откосов насыпи нового корпуса АлтГТУ им. И.И. Ползунова, подобная конструкция представлена и при укреплении конусов путепроводов.

Нужно уделить внимание тому, что георешётку можно назвать новым направлением в области разработок строительных материалов. Разумеется, ученые предлагают нам все новые идеи для армирования берегов и укрепления оврагов, однако, с момента появления на рынке геотехническая решётка стала достаточно востребованным изделием, удобным и популярным материалом для предотвращения оползней. Такие сотовые конструкции очень надёжны, имеют хорошую растяжимость, а также помогают создать из участков со сложным рельефом индивидуальные ландшафтные особенности, несущие декоративную функцию.

В заключение хотелось бы отметить, что геосинтетические материалы, в частности объемная георешетка, имеют ряд преимуществ, по сравнению с другими материалами предназначенных для укрепления склонов и откосов. Геосинтетики пригодны для использования в условиях, требующих от материала прочность и долговечность. В то время как, например, металлические конструкции подвержены эрозии, за счет чего имеют ограниченный срок службы. Так же синтетические материалы практически универсальны со стороны инженерной мысли. И еще очень важное условие в современном мире – экологичность. Рассмотренный материал способствует снижению индустриального влияния на окружающую среду и сокращает использование природных ресурсов в организации строительства и реконструкции автомобильных дорог.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ НАЛЕДЕЙ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Мисуль Н.В. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

В данной публикации рассматривается определение степени опасности наледей для дорожного движения. Проблема наледеобразования актуальна тем, что образование угрожающих движению наледей на автомобильных дорогах Алтайского края происходит каждый зимний период. По степени опасности различают следующие категории наледей:

- неопасные, которые не оказывают вредного воздействия на автомобильную дорогу и искусственные сооружения;
- опасные, наледи, которые вызывают нарушение нормальной работы сооружений;
- очень опасные, которые представляют непосредственную угрозу движению транспорта и устойчивости сооружений.

Степень опасности наледи выявляется в зависимости от типа наледи, ее размера, длительности действия, места и близости расположения наледи от автомобильной дороги, с учетом особенностей ее возможного воздействия на движение транспорта и устойчивость дорожных сооружений.

Очагами возникновения наледей являются участки повышенного охлаждения и стеснения (пережима) потока: переезды и водопропускные дорожные сооружения, перекаты и извилистые мелководные участки русла.

Опасность для земляного полотна наледи представляют при заполнении отверстий искусственных сооружений – наледь образуется на некотором расстоянии выше него. Наледная вода растекается вниз по реке или логу, проходит через отверстие моста или трубы и замерзает в зоне искусственного сооружения, образуя наледь. Многократно повторяясь, наледный процесс приводит к тому, что отверстие трубы или моста полностью заполняется наледным льдом. При наступлении весны сток талых вод не может полностью пройти через отверстие искусственного сооружения, в следствии чего происходит переувлажнение земляного полотна и его размыв.

Данная наледь опасна тем, что при размыве земляного полотна движение автомобилей по этому участку затруднено либо практически невозможно, часто происходят аварии.

При затоплении наледной водой автомобильных дорог и искусственных сооружений вода покрывается коркой льда, которая ломается проходящими автомобилями. Возникают заполненные водой ледяные колеи. В них также лед ломается, отбрасывается колесами машин и намерзает на гребнях колеи. Вскоре образуются заполненные водой глубокие ухабы и ямы. Проезд по дороге автомобилей становится невозможным. Автомобили проваливаются в ухабы, вязнут в мокрой снежно-ледяной каше, не могут выбраться.

Особенно большую опасность и затруднения для движения автотранспорта создают наледи на ледяных переправах и зимниках. При заполнении наледной водой ледяной переправы образуются глубокие ледяные колеи и ямы. Движение воды становится невозможным, и приходится делать переправу на другом участке реки, либо строить временные мосты.

В наледных районах широко распространены деформации пучения опор мостов. Опасными являются участки, где в основании дорожных сооружений близко от поверхности залегают подземные льды или сильнольдистые грунты, попадающие в зону оттаивания. Это приводит к их деформации и обрушению конструкции. Проезд автомобилей по такому мосту опасен тем, что создается дополнительная нагрузка на конструкцию, которая может этого не выдержать.

Наледи поверхностных вод постоянных водотоков представляют большую опасность при достижении ими больших размеров. Они появляются при наступлении сильных морозов, формируются до конца зимы, покрывая наледным льдом русловую лед и днища речных долин.

Наледи талых снеговых вод формируются по склонам, долинам, у сооружений, представляют опасность, вызывая накопление талых вод у дорожного пути.

Наледи грунтовых вод более опасны тем, что их размер более крупный, так как они приурочены к четко выраженным и мощным водоносным горизонтам рыхлой толщи различного генезиса. Они отличаются от наледей надмерзлотных вод более крупными размерами и продолжительностью действия.

Наледи подземных вод глубоких горизонтов ненапорных вод формируются в течение всего холодного периода года, образуют огромные скопления льда и представляют большую опасность для инженерных сооружений.

Наледи смешанных вод наиболее опасны тем, что они обладают сочетанием признаков, характерных наледям различных типов, с преобладанием степени выраженности доминирующего типа. Они характеризуются большими размерами, в борьбе с ними требуются комплексные противоналедные мероприятия.

Проанализировав степень опасности наледей для дорожного движения в горных условиях Алтайского края были выявлены участки автомобильных дорог со следующими типами наледей:

- наледь на автомобильной дороге «К-12 – Елиново - Рыбное» (км3+100) в Солонешенском районе Алтайского края. Данная наледь относится к подземным, имеет большой размер, выходит на поверхность покрытия дороги и в связи с этим является опасной;

- наледь на автомобильной дороге «К-12 – Елиново - Рыбное» (км9+000-км13+000) в Солонешенском районе Алтайского края. Наледь относится к подземным, имеет большой размер, выходит на поверхность покрытия дороги, полностью перекрывая его, в связи с чем является опасной;

- наледь на автомобильной дороге «К-12 – Елиново - Рыбное» (км13+000) в Солонешенском районе Алтайского края. Наледь относится к подземным, имеет большой размер, выходит на поверхность покрытия дороги, полностью перекрывая его, в связи с чем является опасной;

- наледь на автомобильной дороге «Быканов мост – Солонетка – Солонешное – граница Республики Алтай» (км127+300) в Солонешенском районе Алтайского края. Наледь

относится к грунтовым, имеет большой размер, выходит на поверхность покрытия дороги, полностью перекрывая его, в связи с чем является опасной;

- наледь на автомобильной дороге «Быканов мост – Солонетка – Солонешное – граница Республики Алтай» (км129+600) в Солонешенском районе Алтайского края. Наледь относится к грунтовым, имеет большой размер, выходит на поверхность покрытия дороги, полностью перекрывая его, в связи с чем является опасной;

- наледь на автомобильной дороге «Быканов мост – Солонетка – Солонешное – граница Республики Алтай» (км 131+200) в Солонешенском районе Алтайского края. Наледь относится к грунтовой, имеет средний размер, выходит на поверхность покрытия дороги, полностью перекрывая его, в связи с чем является опасной.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ.

Нагель А. Е. – студент, Хребто А.О. – ст. преподаватель  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В данный момент используется большое количество специальных добавок в асфальтобетон для улучшения его свойств.

Примером такого применения добавок служит устройство верхнего слоя покрытия на автомобильной дороге «Подъезд Талда-Тюнгур (Природный парк «Белуха») км43 – км48.

На данной автомобильной дороге применяется добавка «Ирвелен-М»<sup>TM</sup>.

«Ирвелен-М»<sup>TM</sup> является сорбентом, сорбенты, в свою очередь, применяются для фильтрации морских и сточных вод от нефти и нефтепродуктов. «Ирвелен-М»<sup>TM</sup> регенерируется путем отжима в передвижной установке, в основе которой расположены два вала. Таким образом, «Ирвелен-М»<sup>TM</sup> может регенерироваться на месте проведения работ, позволяя экономить средства, включая транспортные расходы.

«Ирвелен-М»<sup>TM</sup> сохраняет все характеристики материала, состоящего из волокон, производится только из полимера - полипропилен. Во время образования сорбента в фильтрующий элемент полимерные частицы вместе с хлопьями и волокном образуют структуру, которая практически не разрушается, в том числе и во время сжатия.

Характеристики «Ирвелен-М»<sup>TM</sup>:

- Водоотталкивающая способность - 100%.
- По классу опасности - безвреден.
- Возможно использовать повторно более 40 раз.
- Удерживающая способность: 99%. Соленая вода не влияет.
- Насыпная плотность кг/м<sup>3</sup>: 120-180. Внешний вид: вато-подобный.
- Белого, кремового или серого цвета
- Сорбент состоит из сублимата: волокно, хлопья, включения из 100%го полипропилена, зола.

После многократного использования «Ирвелен-М»<sup>TM</sup> в целях фильтрации, данный материал применяется при изготовлении асфальтобетонной смеси в виде добавки, улучшающей её пластичность и прочность, вплоть до получения особых видов смеси, которая используется для устройства покрытия взлетно-посадочных полос. Сравнение характеристик асфальтобетонов приведено в таблице 1.



Таблица 1 – Сравнение характеристик асфальтобетонов

Показатель	Свойства асфальтобетонов		Требования ГОСТ 9128-2013
	Стандарт	С добавлением «Ирвелен-М»™	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре:			
50 гр.С	1,38	1,69	Не менее 1,2
20 гр.С	4,27	5,1	Не менее 2,2
0 гр.С	6,06	9,1	Не менее 9,0
Водонасыщение	3,8	3,3	1,5-4,0
Влагостойкость	0,85	0,95	0,85

Из данной таблицы следует, что асфальтобетонная смесь с добавлением «Ирвелен-М»™ имеет значительные отличия в лучшую сторону. Не смотря на, так скажем, вторичность материала добавки, увеличились физические и механические показатели смеси.

Учитывая экономическую выгоду и улучшение характеристик асфальтобетона, была выбрана именно эта добавка для строительства автомобильной дороги «Подъезд Талда-Тюнгур». Стоит отметить, что данная автомобильная дорога соответствует IV технической категории, поэтому применение здесь более дорогих добавок не целесообразно. Устройство покрытия предусмотрено двумя слоями асфальтобетона из крупнозернистой и мелкозернистой смеси.

Стабилизирующие добавки, аналогичные «Ирвелен-М»™, используются для изготовления щебёночно-мастичного асфальтобетона. Во время приготовления ЩМА, транспортировки и укладки, эти добавки препятствуют стеканию избыточного количества вяжущего и, соответственно, улучшают технические и физические характеристики асфальтобетона, создавая более плотную структуру.

Рассмотрим эти добавки на примере «Торсел» и «Стилобит».

Стабилизирующая добавка в ЩМА «Торсел» представляет собой гранулированный материал, состоящий из 90-93% целлюлозного волокна и 7-10% восковой смеси, служащей оболочкой гранулы.

Волокна в грануле определяют расход материала. Имея больше волокон в грануле, уменьшается расход добавки - 0,28-0,32% от массы смеси.

Воск в составе добавки улучшает адгезионные свойства между каменным материалом и битумом. Косвенным показателем этого эффекта является увеличение влагостойкости ЩМА.

При рассмотрении вопросов технологичности применения добавки «Торсел», нужно отметить следующие моменты, характеризующие некоторые эксплуатационные характеристики:

- «Торсел» не гигроскопичен, т.е. он не увлажняется под воздействием атмосферной влаги.

- гранулы «Торсел» не сгорают на стадиях технологического цикла производства смеси.

Так же стабилизирующую добавку «Торсел» характеризуют следующие показатели:

- термостойкость при температуре до 250°C
- токсикологическая и физиологическая безопасность применения
- простое и эффективное выделение волокон целлюлозы из гранул
- качественный материал для перевозки для автоматического дозирования
- при хранении не уплотняется

Стабилизирующая добавка «Стилобит» состоит из хризотилового и базальтового волокна, которые оказывают положительное влияние на физико-механические показатели ЩМА на основе этой добавки. При этом в состав гранул «Стилобит» входит дорожный битум.

Физико-механические показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Физико-механические показатели добавки «Стилобит»

Наименование показателя	Норма по СТО 26431298-001-2013	Фактические данные
Насыпная плотность, г/дм <sup>3</sup> , не более	950,00	<b>804,20</b>
Влажность, % по массе, не более	3,00	<b>0,85</b>
Термостойкость при температуре 220°С по изменению массы из гранул при прогреве, %, не более	3,00	<b>0,83</b>
Снижение показателя стекания, % от массы смеси, не менее	0,25	<b>1,66</b>
Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг, не более	740,00	<b>4,00</b>

Рекомендуемый расход составляет 0.3% от массы смеси.

Основные показатели, характеризующие добавку «Стилобит»:

- Уникальное хризотилковое волокно повышает усталостную прочность асфальтобетона.
- Базальтовое волокно создает эффект микроармирования и препятствует процессу образования колеи.
- Высокая термостойкость (до 700°С), добавка не меняет своих свойств при перегреве.
- Стабилизатор не меняет свойств от повышенной влажности, что увеличивает срок его хранения и использования.

Подводя итог, можно сказать следующее: при строительстве автомобильной дороги «Подъезд Талда – Тюнгур (Природный парк «Белуха») км43 – км48» целесообразно использовать добавку «Ирвелен-М»™ для улучшения характеристик асфальтобетона. Выбор этой добавки обоснован тем, что имея большую экономическую выгоду добавка действительно улучшает характеристики смеси. Так же необходимо оставить данную автомобильную дорогу в IV технической категории, поскольку применение более дорогих добавок приведёт к увеличению стоимости строительства, изменению технологии приготовления смеси, которая после добавления стабилизирующих добавок преобразуется в щебёночно-мастичный асфальтобетон, использование которого предусмотрено для дорог I-III категорий.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЯ ГЕОСПАН ТН 33 ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ А/Д «ПОДЪЕЗД К ПОС. МАЛОПАВЛОВКА В ХАБАРСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ».

Бабченкова К.А. – студент, Хребто А. О. – старший преподаватель

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Краткое описание: тканый геотекстиль Геоспан ТН 33 изготавливается из полипропилена и полиэфирных нитей путем прошивки перпендикулярным плетением на ткацких станках. Поэтому материал не боится агрессивных сред и грибков, перепадов температуры и коррозии. И может иметь различный состав, плетение и цвет. Технология выпуска позволяет отслеживать качество геотекстиля на каждом этапе. Геотехнический материал выпускается в рулонах, шириной от 1,6 до 4,2м.

Обладает высокими разрывными нагрузками до 100 Кн/м<sup>2</sup>, однако водопроницаемость его ниже. Геоспан ТН промаркирован в следующем порядке 11, 20, 33, 40, 50, 80, который отличается разрывной нагрузкой и некоторыми другими характеристиками.

Применение:

- Разделение и укрепление конструктивных слоев дорожной одежды;
- Он не позволяет слоям грунта, песка, щебня перемешиваться. Тем самым увеличивая срок службы дороги. А прочность материалов дополнительно защищает дорогу от разрушения;
- Укрепление откосов;
- Укрепления непрочных оснований при возведении постоянных и временных автотрасс, автомобильных стоянок и парковок, нефтегазовых терминалов, аэропортов;
- Укрепление и армирование откосов дорог, конусов путепроводов и мостов, берегов водохранилищ и водоемов, дамб;
- Армирование дорог, садовых дорожек, фундаментов зданий, неустойчивых грунтов с помощью геополотна Геоспан, армирование дна и берегов водоемов и т.п.;
- Препятствование развитию эрозийных процессов (предотвращение грунтовой эрозии);
- Фильтрующая функция в системах дренажа;
- Эффективный водоотвод в дорожных и грунтовых конструкциях.

Особенности геотекстиля Геоспан ТН:

Структура тканого материала служит причиной высоких показателей прочности на разрыв во всех (продольном и поперечном) направлениях. Эта же структура обеспечивает незначительный показатель деформации под нагрузкой как по длине, так и по ширине. Среди других особенностей можно выделить высокую способность противодействия агрессивным средам (кислоте, щелочи), а также стойкость к воздействию ультрафиолетового излучения (благодаря специальным присадкам).

Использование Геоспана ТН позволяет увеличить прочность дорожной конструкции. Этот эффект достигается за счет повышения сопротивляемости колееобразованию, предотвращения неравномерных осадков, возрастания несущей способности грунта.

В проекте применен ГЕОСПАН ТН 33 для устройства разделительной геосинтетической прослойки в земляном полотне.

Технологический процесс устройства геотекстильных прослоек в основании или толще насыпей включает следующие операции:

- раскатку рулонов с закреплением полотен материала, стыковку полотен;
- засыпку грунтом с уплотнением.

В целях обеспечения правильности положения края раскатанного полотна по концам захватки выставляют маячные вешки. Длину захватки принимают из условия, чтобы все полотно к окончанию рабочего дня было присыпано грунтом.

Засыпку прослойки ведут по схеме «от себя». Непосредственный проезд колесных или гусеничных машин по прослойке не разрешается и может быть допущен лишь для разового проезда с малой скоростью при плотном и ровном основании.

Рулоны транспортируют и распределяют через определенное расстояние, зависящее от длины материала в рулоне, направления раскатки рулонов.

Укладку полотен выполняют путем продольной раскатки рулонов по поверхности.

Продольную раскатку рулонов выполняют вручную полосами с перекрытием 0,4 м. В процессе раскатки полотна разравнивают и прижимают к поверхности откоса анкерами. Анкеры устанавливают по ширине рулона в местах соединения и по длине рулона (по внешним краям и по оси) через 2 м.

Анкера для крепления геотекстиля принимаются диаметром 8мм длиной 50см.

Геотекстильные материалы следует поставлять в рулонах массой не более 150 кг. Полотна материала в рулонах могут быть необрезанными, но не должны иметь пропусков и дыр.

При строительстве автомобильной дороги применен ГЕОСПАН ОРП 30/15 для укрепления покрытия из щебеночно-песчаной смеси.

Георешетка трехмерная полимерная ГЕОСПАН ОРП представляет собой объемную ячеистую конструкцию, изготавливаемую из текстурированных синтетических полос путем

их соединения между собой линейными швами в шахматном порядке при помощи ультразвуковой сварки. Для изготовления полос применяется полиэтилен низкого давления (ПЭВП) марки 273-79 по ГОСТ 16338-85.

В соответствии с техническими условиями СТО 2246-110-18603495-001-2008 георешетки полимерные ГЕОСПАН ОРП различаются по геометрическим размерам: размеру ячейки по диагонали (20, 30, 40см) и высоте ребра (5, 7,5, 10, 15, 20см). Ребра георешетки могут быть перфорированными.

Физико-механические свойства геоматериалов ГЕОСПАН ОР приведены в табл. 1.

Таблица 1. Свойства георешеток ГЕОСПАН ОР

Наименование показателей	ГЕОСПАН, типы по СТО 2246-001-18603495-2008:			
	ОРП30/5	ОРП30/10	ОРП30/15	ОРП30/20
1. Разрывная нагрузка(Рм), не менее, кН/м	20	20	25	25
2. Прочность шва в % от Рм, не менее	50	50	50	50
3. Удлинение ленты при Рм, не более%	25	25	25	25
4. Размер ячейки, см	21×21	21×21	21×21	21×21
5. Диагональ ячейки, см	30	30	30	30
6. Высота ячейки, см	5	10	15	20

Применение геотекстиля марки «Геоспан ТН33», позволяет повысить эксплуатационную надежность, качество работ, уменьшить расход дорожно-строительных материалов, упростить технологию строительства дороги.

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЯ «ГЕОСПАН ТН» ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Тугунов К.А.- студент, Медведев Н.В.- преподаватель.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

ГЕОСПАН ТН- многофункциональный тканевый геотекстиль из прочных полипропиленовых нитей.

ГЕОСПАН ТН морозостоек, устойчив к ультрафиолетовому излучению и агрессивному воздействию почвогрунтов.

*Основные функции ГЕОСПАНа ТН:*

1. Разделение слоев- ГЕОСПАН ТН предотвращает взаимопроникновение слоев дорожной одежды и технологических прослоек.

2. Армирование- предотвращает растягивающие нагрузки, блокирует местные повреждения, повышает сдвигоустойчивость и упругость слоев дорожной одежды.

3. Капиллярпропорывание- значительно снижает пучение грунта от мороза.

*Области применения ГЕОСПАНа ТН:*

1. Строительство дорожных одежд, железнодорожных насыпей, трубопроводов.

2. При строительстве на слабом грунте

3. Для подготовки площадок для тяжелой техники.

4. При строительстве в экстремальных условиях: в условиях заболоченной местности или вечной мерзлоты.

При использовании ГЕОСПАН ТН дополнительные требования к материалам конструктивных слоев земляного полотна не предъявляются.

Контроль качества ГЕОСПАНа ТН соответствующей марки на месте производства работ осуществляется по визуальному осмотру рулонов и геометрическим размерам поставленных рулонов, наличию паспорта и маркировки на рулонах (контейнерах). Определяется

целостность рулонов и полотен после раскатки. Геометрические размеры измеряются рулеткой.

Материал ГЕОСПАН ТН на основе полипропилена изготавливают из малотоксичных компонентов с пониженной горючестью (ГОСТ 12.1.044), что позволяет применять его в щелочных или кислотных грунтах (глинистые, щелочные, известняковые грунты).

Применение ГЕОСПАНа ТН не требует особых предосторожностей и специального оборудования и больших подготовительных работ.

Геоткань марки «ГЕОСПАН ТН» выпускаются в виде рулонов различной ширины и длины, что позволяет облегчить его доставку на объект.

Допускаемые предельные отклонения размеров рулонов геоткани марки

«ГЕОСПАН ТН» от номинального не должны превышать: минус 2% по длине;  $\pm 2\%$  по ширине; минус 4% по площади.

Отклонение от размеров рулонов по длине и площади в большую сторону не ограничено.

Токсичных веществ готовая продукция не выделяет (санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.МО.01.837.П.008331.04.09 от 28.04.2009 г.).

В целях предотвращения самовоспламенения и возгорания необходимо соблюдать правила пожарной безопасности:

- не хранить рулоны и обрезки полотен ГЕОСПАН ТН вблизи отопительных приборов, взрывоопасных материалов, легковоспламеняющихся веществ, открытого огня.

В случае проведения работ в непосредственной близости с проезжей частью автомобильных дорог без прекращения движения транспорта, место должно ограждаться в соответствии с ВСН 38-84 и требованиями безопасности, согласованными по проекту производства работ в установленном порядке.

Для проверки экономической целесообразности использования геотекстиля фирмы ГЕОСПАН приведем сравнение цен (таблица 1.) на геотекстиль других производителей:

Таблица 1 - Сравнение цен на геотекстильный материал:

Материал:	Стоимость, руб/м <sup>2</sup>
Геоспан	12,6
Авантекст	13,5
Геобел	18
Канвалан	18,45
Дорнит	18,9
Лавсан	27

Исходя из сравнения цен табличных данных (взятых из каталога поставщика), ГЕОСПАН является самым экономически выгодным геотекстильным материалом.

*ГЕОСПАН ТН* позволяет:

1. Снизить затраты на эксплуатацию за счет продления срока службы материалов и продления межремонтных периодов.

2. Сократить сроки строительства.

3. Сократить появление: трещин, выбоин, вмятин и колеиности.

4. Упростить и ускорить работы со слабым грунтом.

5. Минимизировать вероятность просадки слоев дорожной одежды.

6. Предотвратить пучинистость от низких температур.

7. Сократить транспортные и складские задержки за счет компактности материала.

8. Экономить на химических методах стабилизации грунта основания.

## СВОЙСТВА, МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ТОНКИХ СЛОЕВ НА ОСНОВЕ ВЯЗКОГО БИТУМА

Синцова В.А. – студентка, Хребто А.О. – старший преподаватель.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В наше время широкое применение в дорожном строительстве получили органоминеральные смеси.

Примером такого применения смеси служит устройство верхнего слоя покрытия на автомобильной дороге «Гришковка–Николаевка-Камыши-Подсосново»в Немецков Национальном районе Алтайского края.

На данной автомобильной дороге применяется следующий состав органоминеральной смеси:

Щебень фр. 5-20мм (М800) - 40 %

Песок из отсевов (М800) - 60 %

Битум - 5,5 %

ПАД - 0,053%.

Органоминеральная смесь - это смесь минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка), органического вяжущего и, для некоторых видов ОМС, воды.

Все органоминеральные смеси, используемые при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, должны обладать следующими свойствами:

- иметь хорошую водостойкость, которая характеризуется соотношением прочностей при температуре 20°С сухих и водонасыщенных образцов;
- водонасыщение и набухание материала не должны превышать установленные для данной смеси пределы;
- иметь достаточные для эксплуатации покрытия прочности при нормальной, повышенной или пониженной температурах, в зависимости от условий эксплуатации материала.

Для материалов, применяемых в качестве защитных слоев, необходимое требование - водонепроницаемость слоя, а для слоев, устраиваемых для улучшения фрикционных свойств поверхности покрытия, - шероховатость и износостойкость.

Водостойкость и водонепроницаемость материала зависят, прежде всего, от количества и качества вяжущего в смеси. Причем в качестве вяжущего рассматривается не только чисто органическое вяжущее, но и его смесь с мелкодисперсной фракцией минеральной части, называемая асфальтовым вяжущим.

Известно, что чем больше в смеси содержится органического вяжущего, тем более водостойким и менее водонепроницаемым будет материал. Однако простое увеличение количества органического вяжущего ведет к падению прочностных характеристик материала и уменьшению его теплоустойчивости, поэтому необходимо повышать содержание в смеси именно асфальтового вяжущего.

Применение и укладка горячих тонких и сверхтонких слоев, в том числе из смесей щебеночно-мастичного асфальтобетона и битумо-минеральной смеси, производится на обычном оборудовании, предназначенном для приготовления и укладки асфальтобетона.

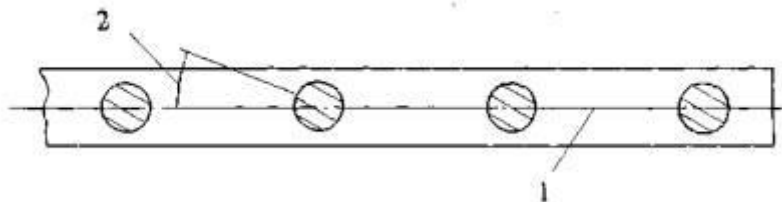
Режимы уплотнения этих слоев имеют свою специфику, связанную с тем, что уплотняющие механизмы не должны раздавливать щебень при укатке.

Для эффективной работы слоев необходимо надежное их сцепление с нижележащим слоем покрытия, которое может достигаться путем подгрунтовки катионными эмульсиями или нефтяными, желательно, модифицированными битумами. В отдельных случаях возможно нанесение поверх щебеночного слоя закупорочных слоев из смесей сларри сил или литых эмульсионно-минеральных смесей.

При проведении работ по подгрунтовке поверхности дороги перед укладкой сверхтонких и тонких слоев, в том числе и из смесей БМО, особое внимание следует

уделить равномерному распределению вяжущего по обрабатываемой поверхности. Для этого необходимо хорошо отрегулировать систему розлива вяжущего.

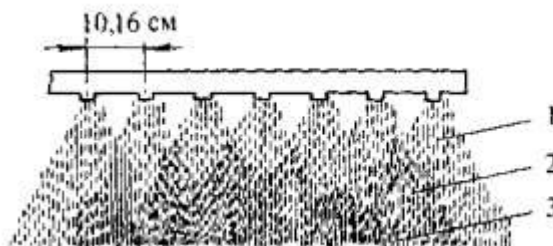
Правильно отрегулированный угол установки распределительных сопел гидронатора для равномерного перекрытия струй рекомендован в пределах 15-20° к оси трубы (рис. 1). При этом расход вяжущего будет зависеть от высоты установки трубы гидронатора над поверхностью покрытия (рис. 2).



**Рисунок 1 - Схема правильной регулировки сопла гидронатора:**

**1 - ось трубы гидронатора; 2 - угол установки оси сопла**

Для покрытий, требующих ремонта в связи с появлением колеевости, необходимо устраивать слои износа, обеспечивающие не только высокую шероховатость, но и сдвигоустойчивость. В этом случае за рубежом часто рекомендуют применять составы органоминеральных смесей с добавлением коротковолокнистых минеральных наполнителей. Требования по гранулометрии предусматривают при применении щебня размером зерен от 0-4 мм (для велосипедных дорожек) до 0-10 мм (для автомобильных дорог с тяжелым движением).



**Рисунок 2 - Схема перекрытия струй вяжущего при розливе по высоте:**

**1 - без перекрытия струй; 2 - двойное перекрытие; 3 - тройное перекрытие**

Для приготовления и укладки таких смесей применяют оборудование непрерывного действия, если минеральные волокна и минеральный материал соединяются в необходимых соотношениях в процессе укладки непосредственно в асфальтоукладчике.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ГЕОТЕКСТИЛЯ ТКАНОГО «ГЕОЛЕН»

Попова В.В. - студентка, Медведев Н.В. - преподаватель.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Геотекстиль тканый «Геолен»- это прочный тканый рулонный материал, который состоит из соединяющихся систем нитей, размещенных взаимно перпендикулярно.

Материал геотекстиль «Геолен» предназначается для:

- защитная и армирующая прослойка для местной и общей устойчивости откосов; защитная, армирующая прослойка при сооружении насыпей на слабых основаниях;
- защитно-армирующая прослойка при уширении насыпей;
- капилляропрерывающая прослойка для предотвращения увлажнения рабочего слоя земляного полотна грунтовыми или поверхностными водами;
- защитно-армирующая прослойка при возведении земляного полотна из грунтов повышенной влажности.

Прочный тканый рулонный материал «Геолен» применяется при строительстве насыпей на слабом основании, сложенном органическими, минеральными или органоминеральными грунтами, в качестве:

- защитных прослоек, уложенных на подготовленную поверхность слабого основания, при обеспеченной устойчивости всей дорожной конструкции;
- защитно-армирующих прослоек при строительстве временных дорог на слабых основаниях;
- армирование слабых грунтовых оснований, в ходе строительства новых и реконструкции уже существующих дорог;
- устройство временных и технологических дорог;
- обеспечения проезда техники к объектам строительства.

Геосинтетический рулонный тканый материал «Геолен» обладает такими преимуществами, как:

- обеспечение высоких показателей прочности на разрыв в продольном и в поперечном направлении;
- оптимальная стоимость-альтернатива дорогостоящим проектным решениям;
- минимальные затраты на снабжение;
- химическая стойкость к агрессивным средам, устойчивость к влиянию климатических и гидрологических факторов;
- стойкость;
- долговечность.

#### Характеристика данного материала

Марка	Поверхностная плотность, гр/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка, основа/уток, кН/м	Максимально удлинение до разрыва, длина/ширина, не более, %	Ширина рулона, м	Намотка в рулоне, пог.м
Геолен-100	100	20/20	20/17	3,0	200
Геолен-130	130	25/25	20/17	3,0	200
Геолен-150	150	33/33	30/25	3,0	200
Геолен-170	170	38/38	30/28	3,0	200

Из данной таблицы видно, что геотекстиль тканый «Геолен» бывает нескольких марок, которые отличаются друг от друга поверхностной плотностью, разрывной нагрузкой, максимальным удлинением до разрыва. Различные марки «Геолен» имеют прочностные характеристики от 10 до 40 кН/м., обладает высокой устойчивостью к механическим повреждениям и низкой ползучестью.

#### Сравнение геотекстиля тканого «Геолен» с геотекстилем «Дорнит»

Характеристики	Название геотекстиля	
	Геотекстиль тканый «Геолен»	Геотекстиль «Дорнит»
Ширина рулона, м	5,2	2,2-4,4
Плотность материала, г/м <sup>2</sup>	100-170	150-600
Стоимость, руб/кв.м	От 30	от 36

Из данной таблицы можно сделать вывод, что у геотекстиля тканого «Геолен» есть не только плюсы, но и минусы. Он менее плотен, чем геотекстиль «Дорнит», а это очень важный показатель для материала с таким применением, что перечислялось выше. И естественно дешевле будет и по стоимости.



## ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Черданцев А.Е. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор.

Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

С появлением на рынке новой технологии – холодный ресайклинг, данная технология начала осваиваться в России. Суть технологии такова: машина-стабилизер фирмы «Виртген» перерабатывает старый асфальтобетон, лежащий на дороге, фрезерует его и укрепляет различными добавками органических и минеральных вяжущих. Этот процесс происходит благодаря мощному фрезерному барабану, который находится на ведущей машине, и он может снять дорожную одежду глубиной до 30 см. Во время фрезерования в барабан фрезерной установки подается вода, для того чтобы охладить его и уменьшить разлет пыли. Так же вода нужна для того чтобы обеспечить влажность смеси, укладываемой на обработанный участок автомобильной дороги.

Набор машин ресайклера разнообразный: машина для фрезерования материала, дробильно-просеивающая машина, машина для приготовления смеси, машина для укладки готовой смеси. После первого прохода ресайклера, смесь уплотняется, чтобы обеспечить ей достаточную плотность перед приданием нужной формы для её поверхности. Это делается виброкатком. Далее с помощью грейдера поверхности выравнивают в продольном и поперечном профиле.

Главным достоинством холодного ресайклинга является возможность исправления профиля поверхности и уширения проезжей части. Для уширения в смесь добавляется дополнительный щебеночный материал в определенном для этого количестве. Далее следует дополнительное увлажнение и промежуточное уплотнение.

Окончательное уплотнение производится катком с гладкими вальцами. Для того чтобы защитить поверхность от влаги и воздействия колес автомобилей, после уплотнения на готовый участок разбрызгивают битумную эмульсию. Участок движения может быть открыт сразу же после высыхания эмульсии до того момента, когда начнут укладывать замыкающий слой.

Заключительной стадией является замыкающий слой. Он необходим, для того чтобы увеличить прочность отремонтированного участка и его сопротивление износу. Делается это с тем условием, что прочность слоя, уложенного методом холодного ресайклера, меньше чем у слоя из горячей асфальтобетонной смеси. Применяют 4 варианта замыкающего слоя:

- двойная поверхностная обработка;
- одиночная поверхностная обработка с последующей укладкой «сларри сил»
- холодная асфальтобетонная смесь;
- горячая асфальтобетонная смесь.

Преимущества холодно ресайклера:

• Исправление разнообразных видов повреждений (трещины, колея, ямочность, выкрашивание и т.д.).

• Устраняется опасность образования отраженных трещин в слое усиления.

• Отсутствие необходимости использования вспененного битума.

• Высокая скорость производства работ.

• Отсутствие необходимости ограничивать движение на всех этапах производства работ.

• Прочность конструкции может быть увеличена без изменения продольного и поперечного профиля поверхности покрытия.

• Снижение сметной стоимости проведения работ

• Полная экологическая безопасность.

Но есть так же и недостатки:

• Изменяются свойства и параметры конструкции, по сравнению с традиционным методом

• Смеси, обработанные эмульсиями приходится выдерживать до 2-х часов

- Большое влияние оказывает погода. Температура при строительстве должна быть от 10 до 16°C, и не должна быть ниже нуля в течении суток после укатки, чтобы избежать замерзания находящейся в смеси воды. Так же нельзя работать во время дождя.

Кажется очевидным, что достоинства все-таки перевешивают, недостатки.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

Рясная Т.В. – студент, Меренцова Г.С. – профессор.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проанализировано два способа получения теплого асфальтобетона:

-первый включает в себя вспенивание битума;

-второй включает в себя внедрение модифицирующих добавок.

Существует несколько способов вспенивания битума:

Первый представляет собой вспенивание и распыление битума паром. Устройство для вспенивания битума работает следующим образом. Через устройства загрузки в цилиндрический теплоизолированный корпус заливается битум, а в устройство для нагрева - вода. Далее с помощью приспособления для нагрева происходит расплавление битума до получения требуемой текучести, а в устройстве для нагрева воды образуется пар, который, с одной стороны, по трубопроводу поступает во внутренний объем корпуса, обеспечивая выдавливание жидкого битума по трубопроводу с большой скоростью (2-3 м/с) в распылитель. В распылителе происходит взаимодействие битума и пара, что приводит к образованию пены. Для повышения эффективности пенообразования первоначально сформированная пена направляется в объем полой конической насадки, где равномерно распределяется, взаимодействуя со спиральной внешней поверхностью завихрителей, дополнительно насыщается воздухом, что приводит к повышению ее кратности. Из-за значительного расширения пены при насыщении воздухом насадка выполнена в виде конуса.

Второй представляет собой двухступенчатое дозирование, когда сначала в смесь добавляется жидкий битум и перемешивается, затем подается вязкий битум, вспененный водой при температуре 150-160 °С. В этом случае необходима установка соответствующего оборудования и применение двух видов битума.

Третий заключается в пятиступенчатом дозировании. Суть в том, что вначале подается материал, нагретый до 120°C без мелкой фракции и горячий битум, затем подается мокрый песок. Вода в песке соприкасается с горячим битумом и он вспенивается. Происходит выравнивание температуры до 80°C. И песок обволакивается более эффективно. Летом-осенью 2015 года филиалами АО «Труд» были уложены теплые асфальтобетонные смеси на экспериментальных участках ремонта автодороги Р-255 «Сибирь» и реконструкции автодороги М-56 «Лена». Смеси производились по следующей технологии: при подаче в смеситель с разогретым до 130-140°C каменным материалом влажного минерального порошка и последующем впрыске битума происходило вспенивание битума вследствие испарения воды. Следует заметить, что при укладке теплых асфальтобетонных смесей на автодороге «Лена» смесь производилась без добавления минерального порошка, но все равно результаты проведенных экспериментов позволили сделать выводы о том, что полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128-2013. Благодаря данному методу снижается выброс загрязняющих веществ, также происходит экономия топлива на 20-30 %.

Теплые асфальтобетонные смеси — новый вид асфальтобетонных смесей, не имеющих ничего общего с традиционными теплыми асфальтобетонными смесями. Механизм производства и применения новых теплых асфальтобетонных смесей не отличается от используемых в настоящее время технологий, т.е. выпуск смесей осуществляется на обычных асфальтобетонных заводах в обычном режиме. Единственное условие — это

введение в битум специальных модифицирующих добавок в количестве 0,3–0,5 % от массы битума (от 3 до 5 кг на 1 т битума).

Эти модифицирующие добавки имеют уникальные комплексные свойства:

- легкая смешиваемость в жидком битуме;
- обволакивание минерального наполнителя;
- работоспособность;
- адгезия.

Поэтому полученные асфальтобетонные смеси на таких модифицированных битумах приобретают ряд полезных свойств: подвижность, уплотняемость и работоспособность при остывании до + 90 °С без потерь нормируемых показателей. Применение теплых асфальтобетонных смесей дает широкий круг решений по оптимизации производства и снижению экономических затрат на содержание асфальтобетонных заводов. В частности, увеличивается радиус географического охвата клиентов заводом из-за увеличенного лимита на температуру смеси и расстояния доставки асфальта, расширяется сезон асфальтобетонных работ. А это, в числе прочих преимуществ, позволяет сократить количество существующих стационарных асфальтобетонных заводов, необходимых для выполнения работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог.

Интерес к технологии теплой асфальтовой смеси растёт с каждым годом, стимулируя увеличение спроса на оборудование для производства теплой асфальтовой смеси со стороны подрядчиков. Понятие теплой асфальтовой смеси включает в себя ряд технологий, позволяющих перемешивать и укладывать асфальтовую смесь при более низких температурах. Снижение температуры приводит к уменьшению расхода топлива на 11-30%. Сокращение выбросов вредного дыма и запаха позволяет улучшить условия для рабочих и для жителей районов, в которых происходит укладка покрытия. Кроме того, технологическое преимущество заключается в улучшении уплотнения при укладке, возможности более длительных перевозок смеси и продлении сезона укладки. Технология теплой асфальтовой смеси также позволяет снизить старение вяжущего и, следовательно, повысить срок службы покрытия, уменьшение трещинообразования при охлаждении слоя, Более легкое формирование стыков.

Способ приготовления теплых асфальтобетонных смесей с помощью химических добавок технически менее сложен, но связан с дополнительными затратами на приобретение соответствующих материалов. Жидкие добавки вводятся в битум при приготовлении асфальтобетонной смеси в количестве 0,2-0,5% от всего объёма смеси и позволяют выпускать смеси при температуре 125-130 градусов, а укладку вести при 90-110 °С. Твердые добавки (например, зеолит—гидрат силиката алюминия) подаются в смесь в виде гранул в количестве 0,3% от объёма смеси. Гранулы абсорбируют в себя воду (до 20%), а высвобождается вода при нагреве смеси до 80 °С.

## ВЛИЯНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ДОБАВКИ ПБ-3 НА СВОЙСТВА БИТУМА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Камардин А.С. - студент, Хребто А.О. - старший преподаватель

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одна из причин преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий - их недостаточная водо- и морозостойкость, из-за чего появляется шелушение и выкрашивание покрытия, переходящие в выбоины.

Причиной указанных разрушений является неудовлетворительное сцепление битума различных марок с поверхностью минеральных материалов, в особенности с кислыми породами, что приводит к недостаточной водо- и морозостойкости асфальтобетона.

Для борьбы с этим явлением применяются различные адгезионные добавки, улучшающие сцепление битумов с различными минеральными материалами, например добавку ПБ-3.

Добавка БП-3 относится к типу катионных добавок. Для ее производства применяются высокомолекулярные органические кислоты и фракции полиэтиленполиаминов. ПБ-3 дает возможность обеспечить требуемое сцепление битума с поверхностью минеральных материалов как ультракислых, кислых (к таким породам относятся породы с высоким содержанием кремнезема в них), так и основных пород одновременно, что способствует повышению водо- и морозостойкости любых асфальтобетонных и черных материалов, а следовательно, продлевает сроки службы покрытий.

Применение добавки ПБ-3 может производиться двумя способами : непосредственным введением в битум или нанесением ее на поверхность покрытия. Для достижения лучших результатов рекомендуется вводить добавку непосредственно в битум с принудительным перемешиванием для более равномерного распределения ПБ-3 по объему битума.

Введение в битум добавки в количестве 1% по массе позволяет улучшить сцепление битума с кислыми породами почти в два раза, что видно из таблицы 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний сцепления материалов с битумом

Показатели	Битум исходный	Битум с добавкой ПБ-3 в количестве 1% по массе
Сцепление S, % (кислые породы)	47	85
Сцепление S, % (основные породы)	72	80

Таблица 2 - Сравнение характеристик битумов нефтяных дорожных без использования добавки с битумами нефтяными дорожными с добавкой

Показатель	Требования ГОСТ для БНД		Значения для БНД (без применения добавки)		Значения для БНД (с применением добавки)	
	60/90	90/130	60/90	90/130	60/90	90/130
Глубина проникания иглы 0,1мм, не менее						
При 0°С	20	28	21	28	25	30
При 25°С	61-90	91-130	65	92	90	150
Растяжимость, см, не менее :						
При 25°С	55	65	57	69	65	78
При 0°С	3,5	4,0	3,5	4,0	7	10
Температура хрупкости, °С, не выше	-15	-17	-15	-17	-20	-21

Использование добавки позволяет улучшить основные качества битума, что положительно сказывается на покрытиях, изготовленных с его применением. Улучшенная адгезия битума и каменных материалов позволяет получить более прочный водостойкий слой на поверхности покрытия, что предотвращает проникновение влаги в слои покрытия и основания с последующим их разрушением, что продлевает срок службы покрытия. Добавка так же может применяться для битумов, используемых для гидроизоляции водопропускных труб и других инженерных сооружений.

## УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ БИТУМОВ И АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ЗА СЧЕТ ВВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Тихо А.С. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одна из причин преждевременного разрушения дорог, является их недостаточная водостойкость и морозостойкость, что проявляется в шелушении и появлении трещин, на месте которых образуются выбоины и другие различные дефекты. Причиной разрушений является плохое сцепление битумов с минеральной поверхностью.

Практика в нашей стране показывает, что даже изготовление битумных смесей в соответствии с правилами и ГОСТ'ами не защищает от подобного рода проблем. В связи с этим, для обеспечения должного сцепления битумов с минеральными материалами, используют химические добавки ПАВ. Поверхностно-активные вещества (ПАВ)- это химические соединения, состоящие из органического углеводородного радикала и полярной группы. Они благодаря появлению водородных связей, функциональными группами соединяются с каменным материалом, а углеводородными радикалами — с битумом. Например, применение сульфола в количестве около 0,2% от веса цемента при производстве бетона, значительно повышает его морозостойкость, прочность, плотность и на 12—17% сокращает расход цемента.

Уникальность ПАВ состоит в том, что их молекулы состоят из двух частей, одна полярная, другая- неполярная. Именно это свойство используется для того, что бы повысить сцепляемость различных веществ, в нашем случае это битумные вяжущие и каменные материалы. Суть в том, что миллионы молекул поверхностно-активных веществ притягиваются своей неполярной частью к неполярным молекулам битума, образуя таким образом шар, окутанный полярными частями вокруг неполярной части битума, что позволяет им без труда сцепляться с каменными материалами или другими дорожно-строительными материалами. На языке химии эти шарообразные конструкции, называются Мицеллами.

Самое крупное Российское предприятие по производству поверхностно-активных веществ находится в городе Волгодонске. Процесс начинается с загрузки исходных компонентов в реактор. Различные масла, жиры и другие активные химические вещества закачивают внутрь насосами или засыпают вручную, затем тщательно перемешивают при определенной температуре. Всего таких реакторов на заводе несколько десятков и в каждом получают разные ПАВ'ы, в результате в реакторах появляются сложные по структуре молекулы поверхностно-активных веществ.

Для каждой жидкости, твердого вещества или газа нужны свои ПАВ'ы, их придумывают в лаборатории и проверяют насколько удачным получился рецепт поверхностно-активного вещества, поместив все компоненты в миниатюрный ядерный реактор, точно такой же, как на заводе в Волгодонске, только намного меньших размеров, это позволяет экономить ингредиенты и рабочее время

ПАВ, используемые в битумах, относятся к 2-м классам: катионных и анионных веществ.

Если длинноцепочечная углеводородная часть молекулы входит в состав аниона, соединения относятся к анионактивным веществам. Соответственно катионактивные вещества имеют катионы, содержащие углеводородные радикалы, они особенно действенны с применением их в дорожном строительстве.

Представители класса катионактивных веществ - соли высших аминов и четырехзамещенные аммониевые основания. Четырехзамещенные аммониевые основания обычно растворяются в воде, в отличие от высших алифатических аминов. Характерные представители анионактивных веществ - высшие карбоновые кислоты и соли высших карбоновых кислот.

Добавки ПАВ применяются в следующих случаях:

- когда используют твердые (каменные) материалы, с сухой поверхностью которых битум плохо взаимодействует и в результате легко отслаивается под воздействием воды.

- при строительстве покрытий весной и осенью, что связано с переувлажненностью каменных материалов;

- для изменения показателей битумов и минеральных смесей;

- для более быстрого формирования дорожного покрытия, устраиваемого с применением маловязких битумов

- для адсорбционной (*Адсорбция* — это концентрирование растворенного вещества в местах наименьшего межмолекулярного взаимодействия двух фаз, таких как жидкости и твердого вещества) активации поверхности минеральных материалов;

Во время активации битума и поверхностей минеральных материалов происходит процесс, который основывается на переходе энергии из механической в химическую, таким же образом возможна активация методом вспенивания битума паром, активация ультразвуком или же воздействием электроразрядов.

Добавки ПАВ вводятся в следующих случаях:

- в битум в процессе его получения на НПЗ(нефтеперерабатывающий завод);

- в битум на АБЗ(асфальтобетонный завод);

- на поверхность минерального материала на АБЗ;

- на поверхность минерального материала при устройстве покрытий методом смешивания в передвижных установках или непосредственно на дороге;

- на поверхность минерального порошка в процессе его приготовления;

- в битум и на поверхность минерального материала отдельно при использовании добавок ПАВ и активаторов.

В связи с этим в Проект ГОСТ Р «Битумы нефтяные дорожные улучшенные. Технические условия» введено правило по обеспечению необходимого сцепления битумов с любыми минеральными материалами и кислыми породами, как песка и щебня. Это правило может быть выполнено за счет введения катионных ПАВ в битум, таких как «АМДОР-9», «БП-3М», «ДОРОС-АП».

«АМДОР-9» принадлежит новому поколению ПАВ для дорожного строительства. Для ее производства используется высококачественное сырье, что позволяет получать продукцию с необходимыми свойствами и постоянного состава в отличие от катионных ПАВ предыдущего поколения типа ПАБ-1 и БП-3, которые производились в основном из отходов химической промышленности.

Добавка адгезионная БП-3М к дорожным битумам - катионное ПАВ, - состав и технология его производства разработаны БашНИИ НП взамен добавки БП-3. Производство добавки БП-3 было приостановлено по причине того, что пары этой добавки очень сильно вредили окружающей среде. Позже добавка БП-3 была модифицирована и в городе Уфе был возобновлен выпуск продукции БП-3М.

Адгезионная добавка «ДОРОС-АП» - химическое соединение класса имидазолинов - выпускается на предприятии «ДОРОС» в г. Ярославле с 1997 г.;

Технологические преимущества при применении перечисленных добавок ПАВ: экономия битума, снижение его температуры, а так же снижение температуры приготовления асфальтобетонных смесей, повышение производительности АБЗ, удлинение строительного сезона, снижения уровня энергозатратности. Эксплуатационные преимущества при применении перечисленных добавок ПАВ: улучшение адгезионных свойств битумов, водо- и морозостойкости асфальтобетонного покрытия, продление сроков его службы.

## ТРЕХМЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Одегов А.О.-студент, Медведев Н.В.- преподаватель

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В последнее время утверждается подход к автоматизации инженерной деятельности, основанный на создании трехмерных геометрических представлений проектируемых объектов. Современные программы позволяют создавать и редактировать пространственные модели объектов практически неограниченной сложности, а аналитическое решение геометрических задач обеспечивает высокую достоверность. Бесспорно, эти особенности обеспечивают переход на качественно новый уровень проектирования.

Трехмерное проектирование позволяет при минимальных затратах быстро получить качественные чертежи проектируемого объекта. Можно сказать, что трехмерное проектирование это качественно новый уровень выполнения проектных работ. Трехмерное моделирование проектируемого объекта позволяет работать над объектом сразу группе специалистов

Одной из важных задач, выполняемых при проектировании автомобильных дорог, является визуальная оценка проектного решения. При этом оцениваются такие параметры решения, как достаточная пространственная видимость трассы, видимость на поворотах и примыканиях, правильность расстановки и видимость дорожных знаков, отсутствие частых изгибов трассы в плане и по вертикали, отсутствие чрезмерно длинных прямых перегонов и пр.

В 3Dсистемах САПР для визуальной оценки решений разработан модуль трехмерной визуализации, позволяющий достаточно реалистично представлять дорогу вместе с инженерным обустройством дороги и другими объектами вокруг дороги.

В число стандартных трехмерных элементов входят деревья, опоры ЛЭП, уличные фонари, светофоры и др. Элементы, представленные в виде полигональных объектов на карте, могут быть преобразованы в соответствующей этажности здания, водоёмы и пр. Объекты, линейные в плане, могут быть представлены в трехмерном виде в виде мостов, ограждений, шумозащитных экранов и пр.

Отличительной особенностью системы является то, что любые изменения, выполняемые в плане, продольном или поперечном профиле дороги, сразу же видны в окне трехмерного вида.

Для визуальной оценки проектных решений пользователю предоставляется возможность интерактивного перемещения по свободной траектории в пространстве, в том числе предоставляется функция «проезда» по автомобильной дороге, когда отображается вид на дорогу с точки зрения водителя.

Результаты пролета над дорогой или проезда по ней могут быть записаны в видеофайл для последующей демонстрации. Такой приём с демонстрацией видеофильма может быть очень полезен, например, при защите выполненных проектов у заказчика.

Другой важной функцией окна трехмерного вида является возможность быстрой визуальной оценки соотношения существующей ранее, проектной и построенной поверхностей. Так можно легко увидеть результаты «врезки» проектной поверхности в существующую.

Еще одной функцией окна трехмерного вида является возможность моделирования потока автомобилей в движении с учетом заданной для каждой трассы интенсивности и возможных направлений движения. Это позволяет визуально оценить возможные места заторов и принять необходимые меры по их устранению.

Новая технология позволяет анализировать качество выполняемой работы на раннем этапе, так как чертеж генерируется в финале. Гораздо легче обнаружить коллизии в объемной модели, чем на плоских чертежах. Работа с трехмерным представлением проектируемого объекта значительно упрощает решение конфликтных ситуаций между смежными подразделениями, участвующими в создании сложного объекта.

В основе трехмерного моделирования лежит возможность быстро создавать сложные объемные элементы.

При обычных методах проектирования 70% времени уходит на выполнение чертежно-графических работ и только 30% остается на творческий процесс

Важным этапом выполнения проекта является оценка проектного решения по разным показателям. Одним из важнейших условий безопасности дорожного движения является достаточное расстояние видимости для водителя на автомобильной дороге. В системе САПР-3D видимость оценивается с помощью 3D-моделирования. Этот подход лишён недостатков оценки видимости отдельно в профиле и плане и выводит решение задачи оценки фактической видимости на качественно новый уровень. Результатом подобной оценки является картограмма видимости сразу вдоль всей трассы и по всем полосам движения в прямом и обратном направлениях. Инструмент комплексного расчёта анализирует цифровую модель местности, включающую в себя трёхмерную модель поверхности дороги, и модели объектов, расположенных на ней (здания, растительность, дорожные знаки, рекламные щиты, шумозащитные экраны, автобусные павильоны и т.д.).

Трёхмерная визуализация позволяет наглядно оценить проектное решение и существенно упростить подготовку презентационных материалов. Построение объёмной модели выполняется автоматически по исходным и проектным данным и не требует от инженера навыков трёхмерного моделирования. Все помещаемые на план объекты (дороги, деревья, здания, водоёмы, леса, мосты, дорожные знаки, ограждения, ЛЭП, трубопроводы и пр.) сразу же отображаются в окне трёхмерной визуализации.

#### РАСЧЕТ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПЛАСТИН ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ОПИРАНИЯ ПО КОНТУРУ СТОРОНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММ PLASTINA И SCAD OFFICE.

Воропаев Е.А., Крайванов В.А. – студенты, Калько И.К. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Плиты междуэтажных перекрытий и покрытий промышленных, гражданских зданий и сооружений, плиты проезжей части ребристых пролетных строений как правило находятся в сложном напряженном состоянии потому, что усилия могут возникать в 2х направлениях – в продольном и в поперечном.

В составе главных балок пролетного строения или перекрытия, плита работает на сжатие вдоль оси балки от действия всех видов нагрузок. Кроме того, например, плита проезжей части обычно работает на изгиб в поперечном направлении при восприятии местного действия временной нагрузки. В бездиафрагменных пролетных строениях плита изгибается в поперечном направлении при работе по распределению временной нагрузки между главными балками.

Работа плиты в поперечном направлении зависит от конструктивной схемы перекрытий и пролетных строений.

Если плиты соседних балок омоноличены, плиту следует рассматривать многопролетную на упруго оседающих опорах, которыми являются главные балки. В пролетных строениях с диафрагмами, когда плиты соседних балок не объединены, то плиты следует рассматривать как консольные или как плиты, 3 стороны которых закреплены по стенке главной балки и диафрагмам, а одна сторона не имеет опоры. В случае, когда плиты соседних балок объединены и соотношение длин сторон плиты менее двух, плиты следует рассматривать как плиты, четыре стороны которых защемлены (опирание на четыре канта).

В качестве примера рассмотрим платину с размерами 4x4,8м, жестко заделанных по контуру. На пластину действует равномерно распределенная нагрузка в виде двух полос параллельных оси Y(см рисунок 1).



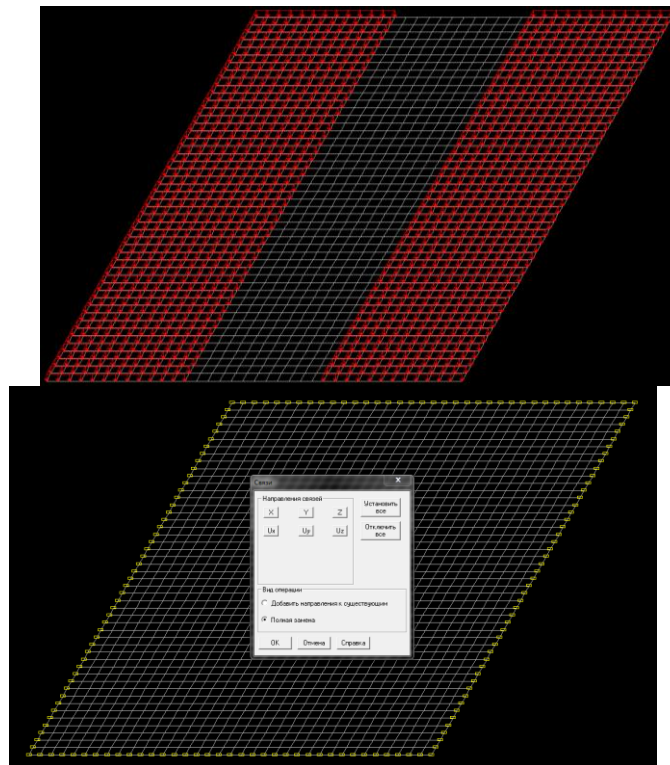


Рисунок 1. Задание исходных данных в SCADoffice.

Программа разработана кафедрой «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» Алтайского Государственного Технического Университета и предназначена для расчета тонких пластинок, построения различных эпюр ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $H$ ,  $Q_1$  и  $Q_2$ ). В качестве исходных данных необходимо указать геометрические размеры  $a$  и  $b$ , а также нагрузку, действующую на пластинку. Можно еще указать коэффициент Пуассона, принимаемый 0,3 для стали (см. рисунок 2). С помощью программы PLASTINA можно рассчитать семь расчетных схем плит при различных опираниях по контуру (жестко заделанных по контуру, свободном опирании, при опирании плиты по четырем углам) и различных видах нагрузок (сплошной распределенной, сплошной распределенной, действующей по площадке с меньшими размерами самой плиты и расположенной в центре плиты, сосредоточенной силой, действующей в центре пластины). Данная программа использует аналитический метод определения внутренних силовых факторов.

По результатам расчёта крутящий момент равен 0, эпюры остальных внутренних силовых факторов представлены на рисунке 3.

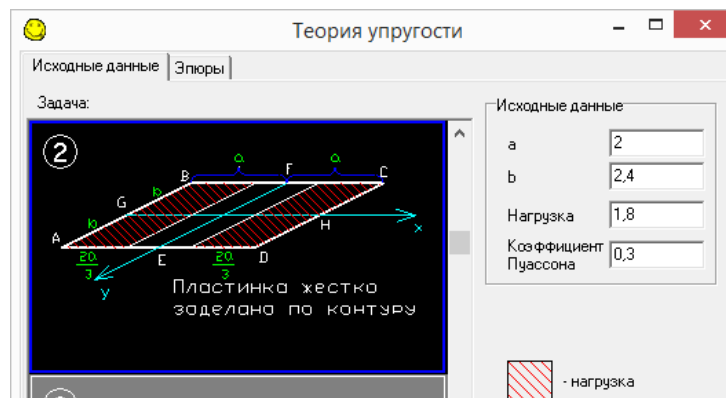


Рисунок 2. Задание исходных данных в Plastina.

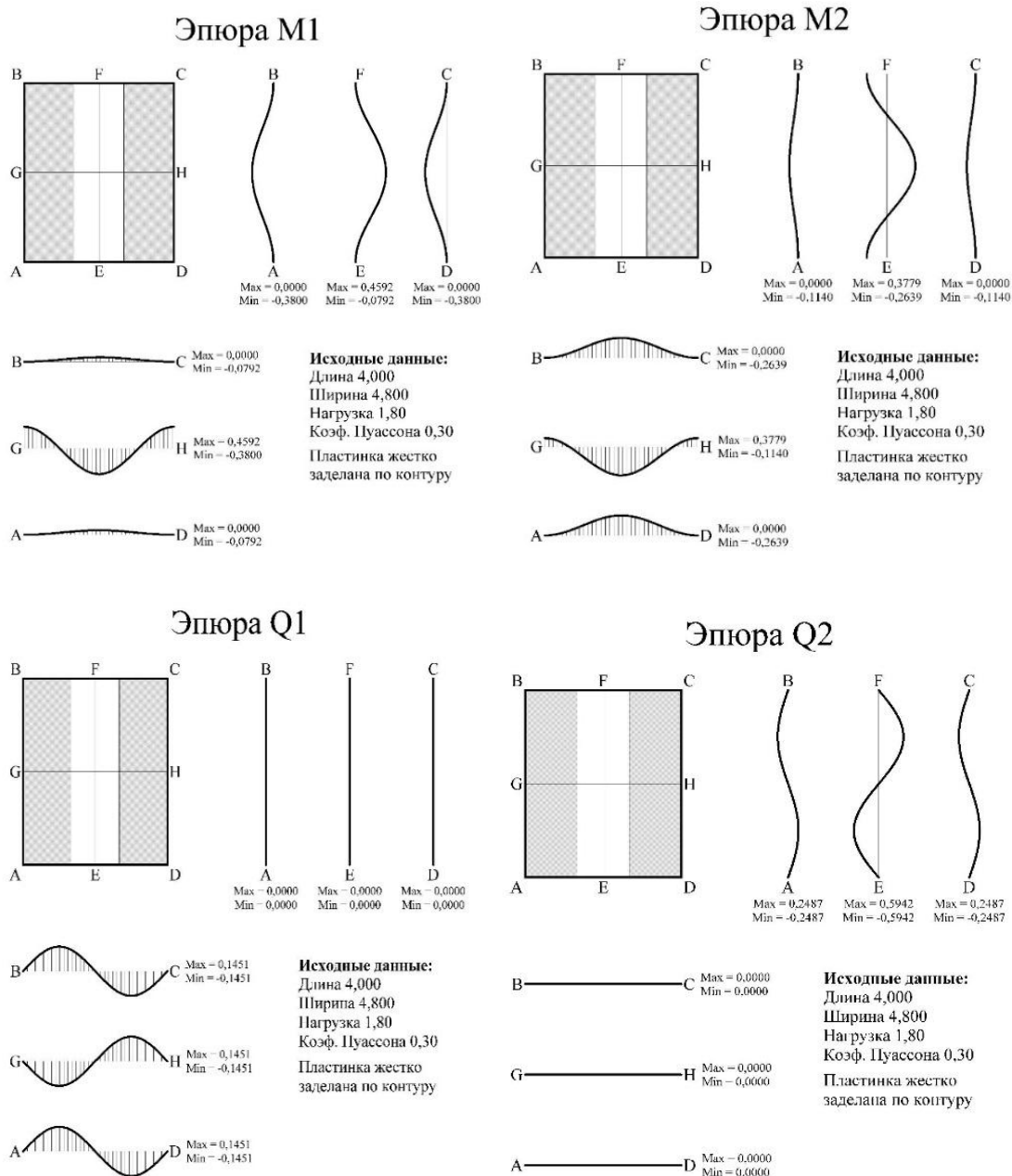


Рисунок 3. Эпюры внутренних усилий по расчету в Plastina.

Преимущество данной программы заключается в простоте использования и выводе результатов, не требующих дальнейшей обработки. По данной программе можно получить указанные выше усилия в любой точке пластины с построением эпюр.

**SCAD Office** (разработчик: [SCAD Soft](http://www.scadsoft.com)) — набор самостоятельных программ, предназначенных для выполнения прочностных расчетов и проектирования различного вида и назначения строительных конструкций.

SCADOffice предназначен для расчетов любых конструкций и предоставляет пользователю обширный выбор возможностей. Из-за универсальности требуется долгая настройка и построение расчетной схемы. SCAD использует метод конечных параметров, поэтому разбиение схемы на части увеличивает точность вычислений. В SCAD графическая система построения расчетной схемы, с последующим указанием характеристик и условий закрепления каждого элемента (см рисунок 1).

В SCAD имеется несколько способов вывода результата:

1. Графический – на расчетную схему наносится цветное отображение требуемых величин (см. рисунок 4).

2. Табличный – все результаты расчета выводятся в таблицу (см. рисунок 5).

В табличном варианте вывода в SCAD потребуется последующая обработка, так как информация в таблице приведена для каждого элемента отдельно в порядке их нумерации.

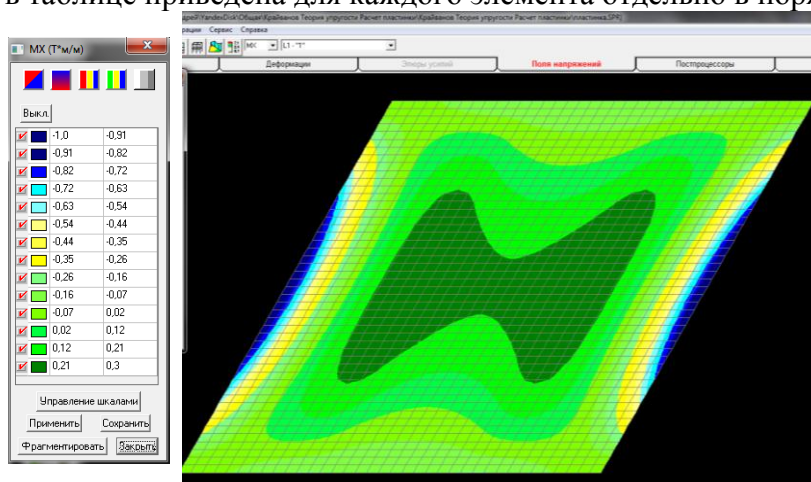


Рисунок 4. Эпюры внутренних усилий в SCADoffice.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MX	-0.55765	-0.60603	-0.65021	-0.69023	-0.72616	-0.75812	-0.78619	-0.8105	-0.83113	-0.84818	
MY	-0.16605	-0.18057	-0.19385	-0.20589	-0.2167	-0.22632	-0.23478	-0.2421	-0.24832	-0.25346	
MXY	-0.020648	-0.018854	-0.017088	-0.015369	-0.013702	-0.01209	-0.010531	-0.009021	-0.007556	-0.006129	
QX	1.68712	1.78522	1.86905	1.94061	2.00157	2.05331	2.09695	2.13341	2.16343	2.18762	
QY	-0.5049	-0.46293	-0.42104	-0.37977	-0.3394	-0.30008	-0.26183	-0.22462	-0.18835	-0.15292	

Рисунок 5. Табличное представление результатов расчета в SCADoffice

Преимущества SCADoffice для расчета пластин в возможности определения не только внутренних силовых факторов, но и перемещений и напряжений в любой точке пластины, а не только на заданных линиях. Минусы: трудность в использовании, не специализированность, требуется обработка результатов.

Таблица 1. Сравнение результатов расчета в SCADoffice и Plastina.

Грань АВ										
	M1		M2		Q1		Q2		H	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
SCAD	-0,009	-0,882	-0,01	-0,26	2,23	-0,16	0,15	-0,15	0	0
Plastina	0	-0,38	0	-0,11	0	0	0,25	-0,25	0	0
Грань CD										
	M1		M2		Q1		Q2		H	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
SCAD	-0,009	-0,882	-0,01	-0,02	0,159	-2,23	0,15	-0,15	0	0
Plastina	0	-0,38	0	-0,11	0	0	0,25	-0,25	0	0
Грань EF										
	M1		M2		Q1		Q2		H	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
SCAD	0,222	-0,145	0,224	-0,48	0,008	-0,012	0,42	-0,42	0	0
Plastina	0,459	-0,08	0,377	-0,26	0	0	0,59	-0,59	0	0

<b>Грань GH</b>										
	M1		M2		Q1		Q2		H	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
SCAD	0,222	-0,882	0,224	-0,264	0,011	0,017	2,234	-2,234	0	0
Plastina	0,46	-0,38	0,38	-0,11	0,15	-0,15	0	0	0	0
<b>Грань AD</b>										
	M1		M2		Q1		Q2		H	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
SCAD	-0,009	-0,145	-0,01	-0,483	0,15	-0,15	0,159	-0,159	0	0
Plastina	0	-0,008	0	-0,26	0,15	-0,15	0	0	0	0
<b>Грань СВ</b>										
	M1		M2		Q1		Q2		H	
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
SCAD	-0,009	-0,882	-0,01	-0,264	0,15	-0,15	0,159	-2,234	0	0
Plastina	0	-0,079	0	-0,26	0,15	-0,15	0	0	0	0

Расчет пластин с помощью программ SCADofficeи PLASTINAпоказал, что имеются некоторые расхождения результатов определения усилий M1, M2, Q1, Q2 (см. табл.1).

Расхождения результатов расчета связаны, например, с неточностью назначения граничных условий.