

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

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 являются одними из основных проблем на дорогах Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока России. Проведен анализ особенностей образования наледей.

Наледи – это отложение льда, которые образуются во время сильных морозов в результате периодического выхода на поверхность земляного полотна или обочин (в результате недоуплотнения) грунтовой воды, а так же в результате таяния снега в предшествующую оттепель. Обычно рост наледей начинается в начале зимнего периода (ноябрь – декабрь) и продолжается до весны, когда дневные и ночные температуры становятся положительными, а их оттаивание может в разных регионах продолжаться до середины лета. Чаще всего наледи образуются в придорожной полосе и разрастаясь заливают дорогу, в некоторых случаях закрывают отверстия водопропускных сооружений, чем, в свою очередь создают значительные трудности по эксплуатации дороги.

Существует огромная классификация наледей по разным факторам. Была рассмотрена наиболее интересная, связанная с автомобильными дорогами.

Предложена классификация по условиям питания, а именно:

- подземные межмерзлотные и подмерзлотные наледи;
- грунтовые наледи;
- поверхностные наледи;

К подземным межмерзлотным и подмерзлотным относятся наледи образованные вследствие выхода на поверхность по тектоническим трещинам и разломам от постоянно действующих глубоких, подземных источников воды на поверхность, которая при отрицательных температурах начинает образовывать наледь. Такие наледи образуются обычно в долинах рек и в некоторых регионах Якутии могут достигать в длину до 100 км, шириной 3-5 км и толщиной свыше 10 м.

Грунтовые наледи Обычно возникают на склонах холмов, в северных регионах страны, при скоплении воды у верхней поверхности промерзания почвы в местах, где она неглубоко залегает. При промерзании в отдельных местах деятельный слой начинает, сливается с верхней поверхностью многолетней мерзлоты, при этом разделяя водоносный горизонт на несколько замкнутых. В дальнейшем при промерзании грунт расширяется, в результате чего в воде повышается давление, и она начинает деформировать верхний промерзший слой грунта, вызывая его выбуривание. После того как бугор достигает определенной высоты он растрескивается и из него изливается вода, которая быстро замерзает образуя при этом наледь. При большом давлении воды наблюдались случаи, когда она начинает свое резкое извержения, разбрасывая в различные стороны куски льда. Данные наледи чаще всего занимают площадь от нескольких сотен до нескольких тысяч квадратных метров высотой редко превышающей 4 м.

Возникновение поверхностных наледей обычно связано с уменьшением площади сечения водотоков при промерзании воды у берегов. Данное явление обычно происходит на мелких реках где возможна ситуация полного промерзания до дна. Вода в данном случае не может пройти через оставшееся живое сечение русла реки и под давлением взламывает лед, в результате чего вытекает на его поверхность, образуя наледь, которая будет расти. В некоторых местах, возможно, что эта наледь доходит до автомобильной дороги и перекрывает ее.

К поверхностным наледям, так же относятся наледи образованные от атмосферных осадков. Когда в зимний период после потепления приходит резкое похолодание и вода, образованная в результате потепления, резко замерзает. Большое распространение такие наледи получили на Дальнем Востоке из-за того, что количество тепла, получаемое от солнечного света в южных областях Дальнего Востока очень велико.

В основном интенсивность развития наледей зависит от таких факторов как: запасы подземных вод, водоносности предшествующего текущей зиме лета и глубины промерзания сезонно-талого слоя. Наибольшее распространение наледей в районах с вечной мерзлотой.

В Алтайском крае образование наледей происходит в основном в период зимней оттепели с осадками, после чего следуют сильные морозы, и вода в результате оттепели замерзает и со временем толщина наледей на городских дорогах увеличивается. Проанализированы данные из различных интернет ресурсов, выявили, что образование наледей на городских улицах происходит по вине местного самоуправления, которое производит несвоевременную очистку улиц, способствуя этим ухудшению условий движения транспортного потока, повышает аварийность и снижает пропускную способность дорог.

Одним из таких примеров является город Рубцовск, где администрация города в январе текущего года не выполнила обязательство по зимнему содержанию автомобильных дорог. Вследствие этого «в отношении исполняющего обязанности директора МУП «Рубцовский коммунальщик» возбуждено дело об административном правонарушении по ст. 12.34 КоАП РФ несоблюдение требований по обеспечению безопасности дорожного движения при ремонте и содержании дорог, если пользование такими участками угрожает безопасности дорожного движения» сообщает интернет издание ИА REGNUM.

Так же были возбуждены дела в 2010 году в Советском районе и в 2011 году в Михайловском районе о признании незаконным бездействия в области осуществления дорожной деятельности по очистке от снега, наледи и колеиности улицы в соответствии с Правилами дорожного движения и ГОСТа Р 50597-93 «Автомобильные дороги. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения дорожного движения».

Помимо этих районов Алтайского края, есть еще ряд, в которых так же наблюдались невыполнение зимнего содержания автомобильных дорог, вследствие чего образовывались наледи на дорогах от атмосферных осадков, которые не возможно было убрать.

В предгорных районах Алтайского края помимо поверхностных наледей в зимний период могут образовываться и другие виды наледей, перечисленные выше, которые так же могут повлиять на эксплуатацию автомобильных дорог.

Рассмотрен ряд способов по борьбе с наледями и были выбраны наиболее подходящие для Алтайского края.

Так, в предгорных районах протекает большое количество небольших рек, поэтому основные наледи образуются именно в этих местах, после чего дорастают до дороги и перекрывают ее. Наиболее экономически эффективными методами по борьбе с такими наледями является возведение различных заграждений – заборов, бревенчатых барьеров, земляных валов, валов из снега, которые обледеневают после того, как пропитаются водой. Заграждения должны быть достаточно прочными и большего размера, чтобы они могли сдерживать напор наледной воды. Различного рода валы в некоторых случаях помогают отвести воду наледи в сторону. В некоторых случаях целесообразно производить осушение местности, устраивая дренажи, а так же отводят подземные воды питающие наледь в сторону.

Для того чтобы успешно бороться с речными наледями в первую очередь необходимо устранить причины их образования. Необходимо препятствовать охлаждению воды и замедлению ее течения. Для этого есть еще один весьма экономный способ, как в отношении финансовых расходов, так и в отношении трудозатрат. Так, в летний период русла рек углубляют и спрямляют, в горных районах очищают перекаты. Чаще всего таких мер оказывается достаточно, чтобы избежать образование наледи в зимний период. В некоторых случаях русла небольших рек и ручьев утепляют, сажая по берегам кустарник и укладывая дерн. Над небольшими водотоками сверху можно устраивать настилы из жердей, на которые в дальнейшем набрасывают различный хворост, ветви деревьев, а сверху укладывают мох или торф слоем до 0,5 м. Так же можно за место мха использовать снег, который плохо проводит тепло в рыхлом состоянии. Если снежный покров будет иметь толщину 0,5 м, то

при температуре воздуха минус 30°C температура на уровне воды будет всего минус 3°C, поэтому снег считается одним из лучших утепляющих средств в зимний период. Иногда, чтобы накопить снег в русле реки, устраивают снегозадерживающие щиты, которые так же помогают защищать дороги от снежных заносов, при этом образуется снежный вал, которые покрывает хворост, лежащий на жердях.

По результатам анализа условий образования наледей на автомобильных дорогах можно сделать вывод, что своевременная уборка снега в зимний период, а так же содержание дорог на должном уровне, в соответствии с требованиями, позволит во много раз сократить количество наледей в городах и районах Алтайского края. А методы борьбы с наледями позволят заранее предотвратить их образование и распространение на автомобильные дороги, что так же повысит уровень содержания дорог связывающих города и районы края, особенно это касается тех мест, где преобладают небольшие водотоки и предгорные районы.

## ДЕФЕКТЫ НА ПОКРЫТИЯХ ИЗ ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ С1. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ И НЕДОПУЩЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ

Ким К.П. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

В настоящее время в дорожной отрасли широкое применение находят щебеночные смеси оптимального состава. Они представляют собой смеси щебня различных фракций с песком (отсевом). Данные смеси приготавливаются на дробильно-очистительных станциях. В зависимости от состава и крупности заполнителей щебеночные смеси подразделяются на С1-С13. В качестве слоев покрытия используются щебеночные смеси С1-С2. Данные смеси отличаются непрерывностью гранулометрического состава.

Широкое применение данных щебеночных смесей обусловлено благодаря ряду преимуществ, а именно:

- высокая скорость добычи и переработки;
- неограниченные сроки хранения;
- возможность использования без дополнительной обработки;
- отличные дренажные свойства;
- легкость уплотнения;
- низкая стоимость смеси;
- неприхотливость к погодным условиям.

Данные преимущества делают щебеночные смеси С1 привлекательными для использования при строительстве автомобильных дорог низших категорий в качестве покрытий.

Недостатками данных покрытия являются шумность, пыльность, которые не позволяют использовать данные покрытия в населенных пунктах, однако их использование вне населенных пунктах, часто бывает целесообразно.

Покрытия из щебеночных смесей С1 достаточно быстро изнашиваются в результате воздействия колес автомобилей, атмосферных осадков, перепадов температур (попеременное оттаивание и замерзание), солнечной радиации и т.д. Касательные усилия возникающие в слое покрытия из щебеночной смеси С1 при прохождении колес автомобилей уменьшают связность между частицами щебеночной смеси и стремятся вырвать их из массива слоя. Также колеса автомобилей оказывают истирающее воздействие. Влияние атмосферных осадков оказывает большое влияние, т.к. при переувлажнении щебеночной смеси С1 водой снижается несущая способность слоя, а при последующем их замерзании влага в частицах щебеночной смеси С1 превращаясь в лед увеличивается в объеме и разрушает их, что в совокупности с движением большегрузного транспорта приводит к образованию колеи, выбоин, гребенок. Данные процессы, как правило, характерны для весеннего и осеннего периодов. Помимо разрушающих последствий замерзания влаги в порах щебеночной смеси

происходит разуплотнение слоя покрытия из щебеночной смеси С1, следовательно трение между частицами уменьшается, а значит повышается вероятность отделения частиц слоя при возникновении касательных напряжений.

Установлено, что типичными дефектами покрытий из щебеночно-песчаных смесей являются: колейность, гребенки и выбоины.

С целью недопущения разрушения покрытия из щебеночных смесей С1 их стремятся, при соответствующем экономическом обосновании, переводить в облегченные и усовершенствованные покрытия путем устройства асфальтобетонных слоев или обработки вяжущими материалами (битумы, дегти, эмульсии) с пропиткой-вдавливанием, перемешиванием фрезой.

На ряду с переводом покрытия из щебеночной смеси С1 в усовершенствованные и облегченные типы применяется метод, который основан на обработке покрытия специальными жидкими стабилизаторами, которые снижают силы сцепления между частицами щебеночной смеси С1, что позволяет лучше уплотнить слой покрытия, в результате чего создается более плотный массив, снижается вероятность переувлажнения, повышается прочность при сжатии и сдвиге, повышается водонепроницаемость слоя, снижается пыльность.

При содержании покрытий из щебеночной смеси С1 рекомендуется выполнять ежегодные планировочные работы автогрейдерами с придание проектного уклона и уплотнением вибрационными катками, таким образом ликвидируют колейность глубиной до 2-4 см и выравнивается поперечный профиль. Работы выполняют, как правило, в весенний период. Первое профилирование приходится на период после таяния снега, что позволяет ликвидировать колейность и способствует быстрому просыханию материала. Второе профилирование приходится на конец весеннего периода, чтобы ликвидировать вновь появившиеся деформации и окончательно спрофилировать покрытие.

При значительных разрушениях материала и образовании колеи выполняют кирковку разрушенных участков с последующим извлечением и заменой аналогичным материалом с уплотнением пневмоколесными катками массой 10-13т или вибрационными массой 6-8 т. При незначительных объемах разрушений рекомендуется использование виброплит или трамбовок массой 25-30 кг.

Небольшие неровности устраняют путем прохода тяжелых пневмоколесных катков массой 10-13 т или вибрационных катков массой 6-8 т. Пыльность устраняется путем розлива раствора гигроскопичных солей поливомоечными машинами, что снижает пыльность на период от 5 до 40 дней. Расход раствора нормируется таким образом, чтобы раствор оставался только на обрабатываемой поверхности без растекания на откосы, и грунт был увлажнен до оптимальной влажности.

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ

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

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

При изучении данного вопроса было выделено два основных пути его решения. Повысить качество полимерасфальтобетона можно введением в полимерно-битумное вяжущее пластификатора (индустриального масла). Еще один способ решения проблемы - это включение в состав полимерасфальтобетона различных добавок.

За рубежом полимерно-битумные вяжущие на основе блоксополимеров типа стирол-бутодиен-стирол (СБС) применяют без пластификатора. В России применение индустриального масла в качестве пластификатора рекомендовано стандартом отрасли ОСТ 218.010-98 «Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа СБС».

Согласно испытаниям проведенным Гохманом Л.М., температура размягчения битума  $T_p$  с увеличением содержания масла марки И-40А резко снижается, и при содержании масла более 15% битум перестает по этому показателю удовлетворять требованиям, предъявляемым к вязким дорожным битумам, в то время как ПБВ на основе блоксополимера типа СБС марки ДСТ-30-01 характеризуется весьма высокими значениями  $T_p$ . Даже при 35% масла  $T_p$  для ПБВ достигает значений, присущих самым вязким дорожным битумам и выше.

ПБВ, содержащее 3% ДСТ и 9% масла имеет более высокую теплостойкость по сравнению с исходным битумом марки БНД 60/90.

Вязкость и прочность ПБВ 90 выше в 5-6 раз, чем битума марки БНД 60/90, упругость выше более, чем в три раза, а релаксирующая способность почти в два раза лучше.

Полимерасфальтобетон на основе ПБВ с содержанием масла (9%) имеет более высокую сдвигоустойчивость по сравнению с асфальтобетоном.

Сдвиговые деформации на покрытии появляются вследствие многократных динамических и статических воздействий. Динамические - воздействия от колес движущихся автомобилей, статические - воздействия, возникающие от автомобилей, стоящих перед светофорами или в пробках.

Полимерасфальтобетон на основе ПБВ 200 с содержанием масла 21% характеризуется несколько большей сдвигоустойчивостью, чем асфальтобетон типа А на основе битума марки БНД 60/90.

Сдвигоустойчивость полимерасфальтобетона типа Б на основе ПБВ 200 выше, чем для асфальтобетона типа Б на основе БНД 60/90 в 1,75 раза, несмотря на то, что ПБВ 200 содержит в своем составе 21% масла.

Полимерасфальтобетон типа А на основе ПБВ 90 с содержанием масла 10% обладает большей сдвигоустойчивостью, чем асфальтобетон типа А на основе битума марки БНД 60/90 в 1,9 раза, а в свою очередь полимерасфальтобетон типа Б обладает большей сдвигоустойчивостью, чем асфальтобетон типа Б в 2,5 раза.

Превосходство ПБВ, содержащего масло, отображается в части показателей свойств при низких и отрицательных температурах. Глубина проникания иглы при 0°C лучше в среднем для ПБВ на основе битума типа БНД на 201%, растяжимость при 0°C — на 404%, температура хрупкости — на 144%, эластичность при 0°C — на 52%. В то же время теплостойкость ПБВ с маслом по сравнению с ПБВ без пластификатора хуже всего на 3,8% в случае применения битумов типа БНД и на 8,8% в случае применения битума типа БН.[1]

Индустриальное масло позволяет повысить качество ПБВ в части деформативности, пластичности и эластичности при 0°C и трещиностойкости при отрицательных температурах в среднем на 200% при применении битумов типа БНД и на 150% при применении битумов типа БН, потеряв по теплостойкости всего 3,8% и 8,8% соответственно.

Преимущество в технологии заключается в том, что время приготовления ПБВ с 4,5% КратонД 1101 без пластификатора составляет 150 минут, а с 14% масла — 75 минут. При этом вязкость при 15°C и истечении через отверстие диаметром 5мм составляет 42 и 13 секунд соответственно, что отрицательно скажется на удобоукладываемости и уплотняемости полимерасфальтобетонных смесей в случае применения ПБВ без пластификатора.

В России для повышения качества полимерасфальтобетонов изготавливают и применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Наибольшее применение получили ПАВ, такие как «Амдор-9» и «Дорос-АП».

Введение ПАВ Амдор-9 в количестве 1,0% от массы битума и ПАВ Дорос-АП в количестве 1,5% позволяет уменьшить температуру исходного битума на 5°C, сократить время приготовления ПБВ на 25% (30 минут) и улучшить сцепление ПБВ с кислыми горными породами до контрольного образца №1 по ГОСТ 11508-74 [2].

Преимущество полимерасфальтобетона типа А с ПАВ наблюдается по показателю длительной водостойкости. Через 35 суток после вакуумирования и выдерживания в воде при 20°C прочность полимерасфальтобетонных образцов при сжатии при 20°C стабильна для

образцов с ПАВ и без ПАВ, но выше для образцов с ПАВ на 10-15%. Прочность образцов без ПАВ на 96-е сутки составляет 5-20% от прочности образцов с ПАВ.

В Алтайском крае в последнее время применяют добавки фирмы AkzoNobel(Швеция): WetfixBE и RedisetWMX.

Помимо улучшения сцепления между связующим веществом и каменным материалом, применение адгезионных добавок, вследствие их химической природы, замедляет затвердевание связующего вещества при старении, соответственно снижается тенденция к трещинообразованию на протяжении срока эксплуатации дорожного покрытия. Всё это приводит к увеличению экономического эффекта использования адгезионных добавок.

По сравнению с аналогами, адгезионная добавка **Wetfix BE** обладает рядом преимуществ:

- низкая вязкость, которая позволяет легко дозировать добавку без дополнительного разогрева, что удобно при работе, особенно в холодную погоду;
- отличная водостойкость;
- отличная теплостойкость (не теряет активность в битуме при 170 °С до 5 дней);
- легко растворяется в битуме и не расслаивается в нем;
- снижение энергопотребления по меньшей мере на 20%, значительное снижение выбросов CO<sub>2</sub>.
- меньший расход количества добавки (наиболее эффективна при небольших дозировках 0,15% - 0,35%), в конечном итоге более экономичная;
- продукт менее токсичен, имеет слабый нерезкий запах;
- продление строительного сезона;
- усиливается когезионная прочность, тем самым улучшается сопротивляемость образованию колеи;
- увеличение допустимого расстояния транспортировки смеси;
- снижение рабочей температуры в режимах приготовления, укладки и уплотнения смеси на 20-40 °С.

WETFIX BE представляет собой жидкую адгезионную добавку, специально разработанную для горячих асфальтовых смесей, для которых требуется высокая тепловая стабильность.

**Rediset WMX** обладает схожими преимуществами, отличия заключаются в следующем.:

- возможность использовать более высокие дозировки, если это необходимо, не ухудшая свойства битума;
- высокая теплостойкость-обработанный битум может храниться горячим в течение двух недель без ухудшения эксплуатационных показателей;

Rediset WMX представляет собой сыпучий гранулированный материал.

Дозировка 0,8-1,2% от веса битума.

Список использованной литературы:

1. Гохман Л.М. Эффективность полимера // Автомобильные дороги. – 2012. - № 1;
2. Соседко С.Н. Использование адгезионных ПАВ в асфальтобетоне с применением ПБВ // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2000. - № 3;
3. ООО «УРАЛТЕХНОГРАД» [Электронный ресурс]:- [http://www.u-tehnograd.ru/produktsija/produktsija\\_kompanii\\_akzo\\_nobel](http://www.u-tehnograd.ru/produktsija/produktsija_kompanii_akzo_nobel).

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ  
ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЕСИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**  
Измайлов И.А. – студент, Меренцова Г.С. - д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Технология холодного ресайклинга широко применяется при ремонте дорожных одежд нежесткого типа, позволяет максимально использовать материалы существующей дорожной одежды для повторного использования. Работы проводятся без разогрева материала, поэтому данная технология наносит минимальное воздействие на окружающую среду.

Холодная регенерация дорожных одежд может выполняться не только на месте при помощи дорогостоящего узкоспециализированного комплекта машин, но и в смесительной установке. Выбор оптимального технического решения зависит от логистики, экономических и многих других факторов. Наблюдения показывают, что в пределах одного участка качество асфальтобетонного покрытия получают различным на отдельных участках, в зависимости от времени и условий производства работ. Причем зачастую даже в пределах одной полосы, укладываемой одним и тем же асфальтоукладчиком, качество и однородность асфальтобетонного покрытия варьируются [1]. В связи с этим, основным преимуществом регенерации в установке по сравнению с регенерацией на месте является возможность повторного использования материалов с нескольких участков дороги, что позволяет получать более однородный состав асфальтогранулобетонной смеси на протяжении ремонтируемого участка.

Данный метод холодной регенерации используется в моем дипломном проекте для ремонта автомобильной дороги Р-256 «Чуйский тракт» Новосибирск – Барнаул – Горно-Алтайск – граница с Монголией, км 798+000 -км 803+000, Республика Алтай.

Холодный ресайклинг в моем дипломном проекте используется для регенерации существующего слоя асфальтобетонного покрытия, с последующей укладкой слоев асфальтобетона – выравнивающего слоя и слоя покрытия. Для повторного использования материала изношенной и дефектной существующей дорожной одежды необходимо его укрепление (стабилизация) добавками минеральных материалов и вяжущих [2].

Для фрезерования покрытия используются самоходные дорожные фрезы, позволяющие срезать дорожную одежду на глубину до 325мм. Наиболее популярны фрезы немецкого холдинга Wirtgen, являющегося лидером в производстве дорожных машин для регенерации покрытий и стабилизации грунтов, выпускающий наиболее производительные на сегодняшний день фрезы, ресайклеры, ремиксеры и мобильные смесительные установки.

В дипломном проекте мною была разработана технология устройства слоя основания методом холодного ресайклинга с применением самоходной фрезы WirtgenW200, грунтосмесительной установки ДС-50Б1 и асфальтоукладчика VogeleSuper 1600-2.

При устройстве верхнего слоя основания методом холодного ресайклинга выполняют следующие виды работ:

1. Фрезой WirtgenW200 с шириной фрезерного барабана 2000мм производится фрезерование существующего асфальтобетонного покрытия на всю его глубину (10 см), загрузка получаемого асфальтобетонного гранулята производится в автосамосвалы КамАЗ-65115 грузоподъемностью 15т;

2. Доставка асфальтобетонного гранулята автосамосвалами КамАЗ-65115 к грунтосмесительной установке ДС-50Б1;

3. Приготовление в грунтосмесительной установке ДС-50Б1 асфальтогранулобетонной смеси с добавлением щебня марки 1000 фракции 20-40 мм в количестве 32% от массы получаемой смеси и портландцемента марки 400 (ЦЕМ I 22,5Н) в количестве 3% от массы получаемой смеси;

4. Доставка приготовленной асфальтогранулобетонной смеси к месту укладки автосамосвалами КамАЗ-65115 с разгрузкой в приемный бункер асфальтоукладчика VogeleSuper 1600-2;

5. Укладка асфальтогранулобетонной смеси асфальтоукладчикомVogeleSuper 1600-2;  
6. Уплотнение регенерируемого слоя грунтовым виброкатком Hamm 3518 массой 18т за восемь проходов по одному следу, причем первые два без вибрации.

7. Для ухода за уложенным слоем основания производится розлив битумной эмульсии ЭБК-1 автогудронатором ДС-39Б с нормой расхода 0,5л/м<sup>2</sup>.

Устройство слоев покрытия из асфальтобетона и битумоминеральной смеси можно начинать только после того, как основание наберет прочность при сжатии не менее 70 % от проектной марки.

Таким образом, технология холодной регенерации позволяет добиться существенной экономии каменных и вяжущих материалов за счет повторного использования материалов существующих дорожных одежд.

Список использованной литературы:

1. Евгеньева А.Г. Регенерация асфальтобетонных покрытий // «Наука и техника в дорожной отрасли» - №2 2014 – С.21.

2. <http://library.stroit.ru/articles/coldres>

## АНАЛИЗ ПРИМЕНИНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Моисеенко А. И. – студент, Криковцов В.Е. - преподаватель

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

При строительстве автомобильных дорог и аэродромов, часто приходится задумываться о повышении несущей способности покрытия или грунта, укрепления оснований и склонов, особенно на слабых грунтах. Самым перспективным решением данной проблемы является использование геосинтетического материала.

В связи с постоянным движением тяжелых транспортных средств, климатическими условиями, срок службы дорожного покрытия оказывается значительно меньше ожидаемого. Геосинтетические материалы на автодорогах могут быть эффективно использованы для: снижения или исключения отраженных трещин (геосетка стеклянная), снижения толщины дорожной одежды (геосетка полимерная), снижения толщины асфальтового покрытия (геосетка стеклянная), увеличения срока службы дорожного покрытия.

Рассмотрим на примере производства геосинтетических материалов самую популярную фирму HUESKERSynthetic(Германия). Проанализировав множество различных вариантов геотекстиля, могу отметить две наиболее подходящие для Российских реалий.

ГеосеткаFornit (Форнит) – высокопрочная георешетка для армирования песчаных подстилающих слоев и щебеночных оснований. Двухосная георешетка из полипропилена, которая используется для армирования грунтовых и минеральных слоев дорожных и аэродромных одежд. Стандартными материалами семейства Fornit (Форнит)являются три марки с различными прочностями на разрыв. Решетка обладает прекрасным сцеплением со стандартными материалами, используемыми в основании и подстилающем слое дорожных одежд, а также в покрытиях переходного или низшего типа. Георешетка Fornit повышает несущую способность грунтов основания и обеспечивает устойчивость непосредственно сразу после укладки. Прочность и надежность материала Fornit 20/20 доказали, что он полностью отвечает требованиям по укреплению оснований большинства дорог.Fornit30/30 и Fornit40/40 применяются при более высоких нагрузках.

Особенности материала Fornit:

- Используется полипропилен в качестве исходного сырья;
- Высокая прочность на разрыв в сочетании с низкой деформацией;
- Гибкий и устойчивый к внешним воздействиям
- Нет "эффекта памяти"
- Подходит для щелочных сред, например на контакте с цементобетоном, укрепленным



минеральным вяжущим грунтом;

- Высокая устойчивость к ультрафиолетовому излучению благодаря защитному полимерному покрытию;
- Высокая надежность и простота укладки

После применения плоской решетки Fornit 30/30 в дипломном проекте, можно сделать вывод, как учитываются характеристики в расчете слоев дорожной одежды. Предельная прочность в продольном и поперечном направлении решетки составляет 30кН/м. Предел прочности на разрыв при 2% растяжении составляет 12кН/м, а при 5% растяжении 24кН/м.

Геосетка Natelit (Хателит) – высокопрочная решетка без эффекта памяти для армирования асфальтобетонных слоев.

Материалы семейства NaTelit(Хателит)производятся из высокомодульных полимерных волокон со специальной пропиткой битумным составом, что обеспечивает высокое сцепление со слоями асфальтобетона и снабжены ультратонкой нетканой перфорированной подложкой, также пропитанной битумным составом, которая облегчает процесс укладки материала и дополнительно повышает сцепление слоев армированного асфальтобетона. За счет высокого сцепления материалы семейства NaTelit (Хателит)хорошо противостоят растягивающим напряжениям, благодаря чему удается эффективно предотвращать или значительно замедлять образование отраженных трещин в асфальтобетонных покрытиях.

Особенности материала NaTelit:

- Простота укладки;
- Высокая устойчивость к механическим повреждениям во время укладки;
- Высокая устойчивость к температурным колебаниям;
- Близкие к модулям асфальтобетона показатели упругости при растяжении;
- Долговременное увеличение несущей способности покрытия

Проанализировав можно сделать несколько выводов, с экономической и практической точки зрения:

1. Если дорога низших категорий, то нужно использовать двухосную георешетку из полипропилена для подстилающих песчаных слоев и щебеночных оснований. Самые главные функции, которой, ограничивать горизонтальные перемещения частиц грунта за счет их блокировки в ячейках георешетки, и увеличение прочности основания.

2. Если дорога высших категорий, то желательно использовать высокопрочную решетку без эффекта памяти для армирования асфальтобетонных слоев. Главными преимуществами, которой, является простота укладки, увеличенный срок службы асфальтобетонных покрытий, экологическая безопасность, уменьшение образование колеи и трещин покрытия.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В СОЛОНЕШЕНСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ.

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 возведение земляного полотна для дороги IV категории в Солонешенском районе Алтайского края, протяженностью 6,5 км. Тип местности по влажности второй. Дорожная одежда переходного типа, серповидного профиля. Дальность возки воды составляет 5 км. Грунт : супесь легкая- пригодный для строительства грунт, что нужно учесть в последующем строительстве земляного полотна. На втором километре, на расстоянии 3 км. расположен грунтовый карьер.

Солонешенский район относится к IV дорожно-климатической зоне, то есть к зоне избыточного увлажнения весной и осенью и благоприятного сухого лета.

Строительство земляного полотна может проходить по низкогорью. Почвы, при строительстве земляного полотна, могут быть горными черноземами, выщелочными и оподзоленными.

По дорожно-климатическому графику определяется продолжительность весенней и осенней распутицы, а так же реальные сроки строительства земляного полотна по сосредоточенным и линейным работам.

Протяженность проектируемой дороги составляет 6,5 км. На всем протяжении, исходя из рабочей отметки на продольном профиле земляного полотна, принято 2 типовых поперечных профиля земляного полотна – поперечный профиль насыпи, высотой до 3 метров и поперечный профиль выемки до 12м.

За начало трассы принят нулевой километр. С первого по четвертый километр трасса проходит по выгону. На четвертом километре трасса поворачивает вправо. Так как шестого по седьмой километр трасса проходит по пашне – земле на которой запрещается устройство боковых резервов, т.к. она предназначена для выращивания сельскохозяйственных культур, по окончании строительства эти земли подлежат обязательной рекультивации.

Принято 3 участка линейных и 1 участок сосредоточенных работ. Для каждого участка осуществлен выбор ведущих машин, с учетом вида работ, качества грунта на месте строительства автомобильной дороги.

Так как на первом участке, протяженностью 2,1 км трасса проходит по выгону, высота насыпи не превышает 1,5 м, грунт является пригодным для строительства автомобильной дороги, по этому в качестве ведущей машины рекомендован бульдозер ДЗ-42.

Перед уплотнением грунт увлажняем поливочной машиной ПМ-130. После увлажнения поливочной машиной грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным катком массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,4 м. Для планировки верха земляного полотна и откосов насыпи используется автогрейдер ДЗ-99.

На втором участке протяженностью 2,1 км, трасса проходит по выгону, но высота насыпи превышает 1,5 м, следовательно насыпь будет отсыпаться из грунта, при разработке выемки. Исходя из этого ведущей машиной является ЭО-7111. Перед уплотнением грунт увлажняем поливочной машиной ПМ-130. После увлажнения поливочной машиной грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,4 м. Для планировки верха земляного полотна и откосов насыпи на этом участке используется автогрейдер ДЗ-99.

На третьем участке протяженность 1,5 км трасса проходит по пашне, следовательно устройство боковых резервов не рекомендуется, насыпь будет отсыпаться из грунта, разработка которого осуществляется в карьере, поэтому в качестве ведущей машины рекомендован экскаватор ЭО 33211. Для транспортирования грунта разрабатываемого в грунтовом карьере подбираем автосамосвал КамАЗ – 6522. Перед уплотнением грунт увлажняем поливочной машиной ПМ-130. После увлажнения поливочной машиной грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,4 м. Для планировки верха земляного полотна и откосов насыпи на этом участке используется автогрейдер ДЗ-99.

Сосредоточенные работы располагаются на одном участке автодороги: участок протяженностью 800 м располагается между вторым и третьим километром дороги. Объем работ на этом участке составляет 43510 м<sup>3</sup>. На этом участке работы будут производиться в выемке. Ведущей машиной принимается экскаватор ЭО-7111. Перед уплотнением грунт увлажняем поливочной машиной ПМ-130. После увлажнения поливочной машиной грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным катком массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной

уплотняемого слоя 0,4 м. При планировке откосов выемки длиной до 10 м рационально использовать экскаватор планировщик ЭО-4010. Планировка верха земляного полотна выполняется автогрейдером ДЗ-14 за 4 прохода по одному следу по челночной схеме. Кюветы нарезаются автогрейдером за 4 прохода по одному участку.

Установлена продолжительность линейных работ - 40 рабочих дней, а. сосредоточенных работ – 14 рабочих дней.

Определен общий период строительства – 51 календарных дней (40 рабочих).

Вывод

Таким образом, установлены особенности технологии строительства земляного полотна в Солонешенском районе Алтайского края, определены сроки строительства и состав машиноотрядов на соответствующих участках строительства.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД, АРМИРУЕМЫХ ДВУОСНОЙ ГЕОСЕТКОЙ

Костюков С.Е. – студент, Строганов Е.В. – старший преподаватель

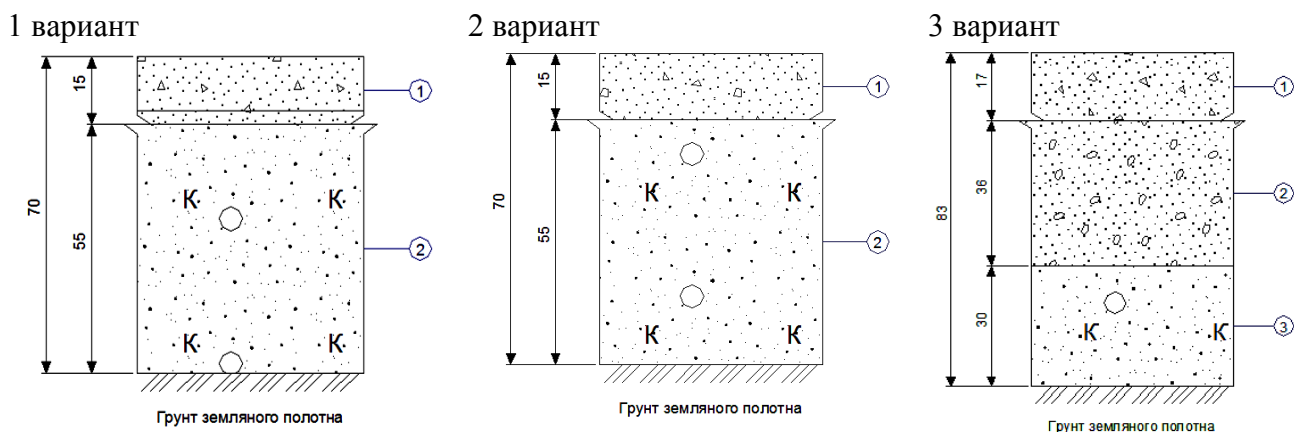
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При проектировании автомобильных дорог в районах, где ощущается нехватка удовлетворяющих условиям строительства каменных материалов, а также высоко расположенными грунтовыми водами по большей части стали использовать современные материалы, благодаря которым можно решить возникшие проблемы. Такими материалами являются геосинтетические материалы в частности двуслойные геосетки. При использовании двуслойной геосетки можно значительно уменьшить толщину конструкции дорожной одежды, а также расходы на ее содержание, так как двуслойные геосетки фиксируют положение дорожной одежды, препятствуя колееобразованию. Опыт показывает, чтобы укрепить конструкцию дорожной одежды, нужно обеспечить не перемешивание слоев, это повысит их надежность, а также снизить объемы работ (снизит количество привозного грунта, а также использование дорогостоящих каменных материалов дорожных одежд и основания, можно использовать местные низкокачественные материалы) и усилить конструкцию в целом.

Укрепление несвязных слоев, входящих в дорожную одежду достигается благодаря перераспределению напряжения в конструкции, путем передачи нагрузок на большую площадь тем самым сокращая их максимальное значение. Тем самым повышаются прочностные и эксплуатационные характеристики дорожных одежд с переходным типом покрытия.

Для расчета проведения сравнительного расчета конструкции дорожной одежды армированной геосеткой выбираем геосетку ГЕО ДС 30/30. Расчет конструкции дорожной одежды выполнен по программе Indor Pavement 9. Были заданы две конструкции дорожных одежд, исходя из которых, можно обосновать выбор применения двуслойной геосетки (рисунок 1). Выбор оптимального варианта производился с учетом экономической эффективности варианта дорожной одежды, прочностных показателей и схемы конструкции дорожной одежды.

В результате проведенных расчетов вариант с применением геосетки прочнее, имеет более высокие показатели устойчивости и низкую колеяность, в отличие от 2 второго варианта, где расчет не выполняется. У третьего варианта, без применение геосетки, конструкция дорожной одежды получилась значительно больше - 83сантиметра, чтобы обеспечить требуемую надежность. Сравнение показателей приведено в таблице 1.



1. Смеси щебёночные с непрерывной гранулометрией С1 - 40 мм (для покрытий)  
Плоская георешётка геоспан ДС 30/30  
2. Песок крупный, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

1. Смеси щебёночные с непрерывной гранулометрией С1 - 40 мм (для покрытий)  
2. Песок крупный, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

1. Смеси щебёночные с непрерывной гранулометрией С1 - 40 мм (для покрытий)  
2. Шлаковая щебёночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков С4 - 40 мм  
3. Песок крупный, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

Рисунок 1 - Конструктивные схемы вариантов дорожной одежды

Таблица 1 – Прочностные показатели вариантов конструкции дорожной одежды

Наименование варианта дорожной одежды	Расчетные характеристики		Колейность, см
	Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	
1 вариант	$K_{тр} = 1,000$ Запас = 59% $\alpha = 1,060$	$K_{расч} = 1,590$ Есдв = 130 Ктр = 0,630 Красч = 0,640 Запас = 2%	1,0
2 вариант	$K_{тр} = 1,000$ Запас = 50%	$K_{расч} = 1,500$ Есдв = 130 Ктр = 0,630 Красч = 0,150 Запас = -76%	1,2
3 вариант	$K_{тр} = 1,000$ Запас = 50%	$K_{расч} = 1,500$ Есдв = 130 Ктр = 0,630 Красч = 0,690 Запас = 10%	1,3

Следует отметить, что в третьем варианте, кроме того, что использовалась ГПС-природная, для увеличения сдвигоустойчивости земляного полотна, увеличилась толщина дорожной одежды. Таким образом исходя из конструкции 3 варианта следует отметить, что объем работ будет больше, соответственно будет затрачено больше времени на выполнения данных работ, также общая стоимость материалов данного варианта будет выше за счет увеличения конструкции дорожной одежды.

При расчете экономической эффективности дорожной одежды, рассматривалась только стоимость дорожно-строительных материалов не учитывая затраты на перевозку, оплату работ. Техничко-экономическое сравнение вариантов конструкции дорожной одежды приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Техничко-экономическое сравнение вариантов конструкции дорожной одежды

Наименование материала	Ед. изм.	Стоимость ед. изм. руб.	Расход материалов на 3600 п. м.			
			1 вариант		3 вариант	
			Количество	Стоимость Руб.	Количество	Стоимость Руб.
1. Смеси щебёночные с непрерывной гранулометрией С1 - 40 мм (для покрытий)	м <sup>3</sup>	650	5400	3510000	6120	3978000
ГЕО ДС 30/30	м <sup>2</sup>	57	36000	2052000	-	-
2. Конструктивный слой № 2 — Шлаковая щебёночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков С4 - 40 мм	м <sup>3</sup>	240	-	-	12960	1566000
3. Песок крупный, с содержанием пылевато-глинистой фракции 5%	м <sup>3</sup>	145	19800	2871000	10800	3110400
<b>Итоговая стоимость</b>	-	-	-	<b>843300</b>	-	<b>8654400</b>

Анализ данных таблицы свидетельствует, что в результате расчета вариант с применением двуслойной геосетки дешевле чем вариант без нее. Применение двуслойной геосетки целесообразно в районах, где отсутствуют каменные материалы и их доставка в больших количествах затруднена, при этом повышается эффективность строительства, сокращаются сроки работ.

#### АНАЛИЗ НАЛЕДЕЙ ОБРАЗОВАННЫХ ОТ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ПО АЛТАЙСКОМУ КРАЮ

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

Строительство и эксплуатационная надежность водопропускных труб в условиях Алтайского края связаны со значительными трудностями. Эти трудности, прежде всего, связаны необходимостью расчетов и прогнозирования сложных природно-климатических условий. При этом имеет место ряд проблем, связанных с обеспечением прочности, устойчивости и долговечности водопропускных труб. Опыт эксплуатации водопропускных труб в условиях сурового сибирского климата свидетельствует об их недолговечном сроке службы и больших затратах: материальных, технических, а также людских средств на поддержание эксплуатационной надежности труб. Алтайский край – часть Западной Сибири с суровым климатом, с многочисленными реками и различным рельефом от предгорных районов до обширных полей и лугов. В Алтайском крае особенно в зимний период года широко распространены наледи на автомобильных

дорогах и искусственных сооружениях. При эксплуатации водопропускных труб в таких неблагоприятных условиях резко возрастает стоимость строительства и содержания, автомобильных дорог и искусственных сооружений, а так же резко возрастают расходы по ремонту и содержанию

В связи с особенностями климатических условий и рельефа местности Алтайского края актуальна проблема наледеобразований. В зимнее время из-за частых перепадов температур образуется накопление льда и снега, на снежном (ледяном) покрытии или различных водоемов, мёрзлом грунте или инженерных сооружениях вследствие периодического замерзания и оттаивания поверхностных и подземных вод. Большое распространение наледи получили в районах вечной мерзлоты и приближенных к ним.

Наледи создают значительные затруднения при содержании и эксплуатации автомобильных дорог:

а) нарушение движения транспорта, при образовании непосредственно на земляном полотне дороги, с выходом на проезжую часть (встречается на низких насыпях, высотой до одного метра);

б) в результате стеснения наледными массами отверстия моста или водопропускной трубы и создания подпора происходят переувлажнение насыпи и размывы, а также повреждения искусственных сооружений паводковыми водами (встречается на низких и средних насыпях и выемках);

в) деформация (разрушение) земляного полотна, водопропускных труб и мостов на участках образования наледей, в непосредственной близости или в основании сооружений;

По виду зимнего стока наледи подразделяются на:

- подземные;
- поверхностные;
- снеговые.

Поверхностные наледи образуются на открытых водотоках (реках, ручьях, ключах) из поверхностных вод или смешанного питания. Подземные или «грунтовые» происходят на подземных водоносных трактах и образуются из грунтовых вод. Источником снеговых наледей являются снеговые воды.

По залеганию наледи бывают:

- русловые;
- пойменные;
- подрусловые.

Русловые и пойменные Могут развиваться вначале из поверхностных вод, а затем из подземных. Подрусловые наледи образуются из подземных вод.

По форме развития различают:

- пассивные или натечные наледи;
- активные, в виде наледных бугров.

Активные наледи могут быть гидростатическими и гидродинамическими (взрывающимися).

По местоположению наледи могут быть:

- долинными;
- косогорными;
- логовыми.

Долинные наледи образуются в долинах рек, косогорные – на склонах, логовые образуются в логах.

Для борьбы с наледью применяют следующие меры:

- общий дренаж;
- мерзлотные пояса;
- заградительные сооружения;
- подъем насыпей;
- утепление русла водотоков, их углубление, спрямление и расчистку;

-обогрев водопропускных труб.

Дренаж, устроенный на дороге может быть выполнен устройством узких, но не более 50 сантиметров канав с укладкой по контуру слоями мха или дёрна, а так же приложением подземных дренажей. Поверхностный дренаж имеет ограниченную дренирующую способность по высоте насыпи и осложняется возможностью замерзания канав и русел водопропускных труб. Подземный дренаж, при котором прокладывают гончарные трубы или перфорированные асбестоцементные, а так же металлокерамические трубы, эффективно снижает уровень грунтовых вод, но может применяться лишь в районах глубокого сезонного промерзания грунтов. В районах вечной мерзлоты применение подземного дренажа затруднено, так как грунт не оттаивает на достаточную глубину.

При строительстве мерзлотных поясов создаётся возможность вызвать образование наледи на маршруте, протекании талых вод, а именно на безопасном расстоянии в стороне от дороги. С этой целью на необходимом по расчётам расстоянии от дороги роют канаву или ров глубиной один-два метра и шириной около трёх-четырёх метров. Под канавой или рвом образуется мерзлая перемычка (морозный пояс), соединяющаяся с вечной мерзлотой, которая в свою очередь преграждает движение грунтовых вод, которые в будущем выходят на поверхность образуют наледь на безопасном расстоянии от искусственного сооружения или автомобильной дороги.

Мерзлотный пояс должен проектироваться, пересекая течения подземных и талых вод и быть достаточно протяжённым по длине, чтобы наледь не обошла вокруг его контуров и не приблизилась к искусственному сооружению или автомобильной дороге.

Заградительные сооружения — заборы, земляные валы и дамбы, переносные щиты, бревенчатые барьеры, валы из снега (но только когда данный снег пропитается водой), а так же заградительные рвы и другие заграждения — возводят на пути возможного образования наледей, чтобы не допустить их приближения к искусственным сооружениям или автомобильной дороге. Земляные валы и дамбы можно применять не только для того, чтобы остановить наледь, но и для того, чтобы отвести ее на безопасное по расчётам расстояние от дороги. В этом случае для заграждений рассчитывают соответствующее очертание (контур) и расположение по отношению к дороге или искусственному сооружению и месту отвода наледи на безопасное расстояние.

Отсыпка насыпей (учитывается при проектировании, а в частности продольного профиля автомобильной дороги), по которым проложена дорога, — повышение их до нужной высоты, превышающей максимально возможную высоту наледи по расчётам, применяют чаще всего при пересечении искусственных сооружений и водотоков с небольшим продольным уклоном и широкой поймой, по которой вода растекается невысоким слоем. Данный метод увеличивает объём земляных работ, но эффективно борется с наледями.

Утепление русла водотоков воспрепятствует охлаждению воды, проходящей через искусственные сооружения. Эта мера целесообразна, если водоток имеет глубокое и узкое русло. Над небольшими речками, ручьями или канавами на утепляемом участке русла устраивают настил из жердей или других приспособлений, на который укладывают пленку из полиэтилена или кладут хворост или другие похожие материалы слоем 5 миллиметров. а поверх — слой мха толщиной 50 сантиметров. Все это засыпается снегом. Так же возможно использование пенопластов для утепления водопропускных труб. Поскольку пенопласт обладает свойством поддержания температурного режима, утепление позволит устранить образования наледей, а так же снизить стоимость строительства и содержания водопропускных труб.

Чтобы накапливать снег на безопасном расстоянии от автомобильной дороги, можно устраивать снегозадерживающие решетчатые щиты, за которыми образуется снежный вал, закрывающий основной материал утепления. Длина утепляемого должна быть не менее участка — 50 м в верхнюю сторону от сооружения и 30—50 м низовью. Так же применяться заграждения из рубероида и материалов на его основе.

Углубление, спрямление и расчистка русла водотоков позволяют уменьшить растекание воды, препятствуют замедлению ее течения, придают живому сечению потока форму, менее подверженную промерзанию. Для этого ликвидируют каменистые перекаты, петли, крутые искривления (повороты) русла, удаляют большие валуны и камни, а так же различный мусор в виде поваленных деревьев и так далее. В местах, где русло реки достигает больших размеров, его сужают и углубляют, а в очень тонких местах расширяют до нужной, принятой по расчётам ширины. Работы выполняют тракторами на гусеничном ходу с навесным оборудованием для разработки водоносного грунта и ила, бульдозерами, корчевателями-собирающими, а также автогрейдерами. При очень глубоком русле реки возможна разработка экскаваторами. Русло выправляют на протяжении до одного километра вверх по водотоку и до 500 метров в низовую сторону от искусственного сооружения.

Обогрев водопропускных труб для безналедного пропуска водотока внутри водопропускной трубы широко применяется на автомобильных дорогах Алтайского края. Внутри водопропускной трубы пропускается обогревающая трубка, в которой подается дизельное или иное топливо и сгорает. Подача жидкого топлива производится из расходного бака через специальную подающую в тело трубы капельницу. Полученные газы, образовавшиеся при сгорании топлива, отдают свое тепло наледной воде и снегу, которые благодаря этому не замерзают и свободно проходят (протекают) через водопропускную трубу не вызывая образований наледи и морозного пучения. Но при использовании данного метода по борьбе с наледями не позволяет бороться с ними на выходных оголовках водопропускных труб, так как при низких температурах вода быстро замерзает после прохода по водопропускной трубе.

Разнообразие природно-климатических условий и дорожно-климатических зон на территории Алтайского края, послужило для дорожников основой для разработки «Периодичности проведения видов работ по содержанию водопропускных труб на дорогах Алтайского края в зимний период».

Список использованной литературы:

1. Бялобжеский Г.В., Пряхин В.Д., Уткин Б.В., Якунина В.В. Зимнее содержание автомобильных дорог. Автотрансиздат, 1958.
2. Трофимов Г.Т. Строительство автомобильных дорог в условиях многолетней мерзлоты. Автотрансиздат, 1960.
3. Таргулян Ю.О. Искусственные сооружения на водотоках с наледями. Автотрансиздат, 1961.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Раздрогина А.В. – студент, Строганов Е.В. – старший преподаватель  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Автомобильные дороги в горной местности характеризуются более низкими скоростями движения, однако при этом вероятность возникновения ДТП в горной местности более вероятна. Нормами на проектирование горных дорог предусмотрены скорости движения ниже почти в 2 раза по сравнению с равнинной местностью.

Горная местность приводит к стесненным условиям проектирования и строительства автомобильных дорог, с минимальными значениями геометрических параметров автомобильных дорог: минимальная ширина проезжей части, минимальное расстояние видимости, радиусы кривых в плане и т.п. А в сочетании с большими продольными уклонами это усугубляет условия движения и снижает безопасность.

В горной местности резко проявляется вертикальная зональность. При отрицательных температурах частое образование зимней скользкости снижает коэффициент сцепления шин



с дорогой, поэтому при эксплуатации автомобильных дорог в горной местности важно знать количество дней образования зимней скользкости для планирования работ.

Проведенный анализ по данной проблеме позволили выявить основные факторы, влияющие на скорость транспортного потока и одиночного автомобиля при движении по горным дорогам:

- состав транспортного потока (легковые, грузовые автомобили и автобусы);
- геометрические параметры автомобильной дороги (продольный уклон, радиусы вертикальных кривых);
- погодные-климатические условия (состояние покрытие, зимняя скользкость).

Проведен анализ зависимости скорости транспортных средств на участках автомобильной дороги с различным продольным уклоном (10,30 и 50 %) и при различной состоянии покрытия (сухое покрытие и скользкое). В результате проведенных наблюдений установлены закономерности представленные на рисунках 1 и 2.

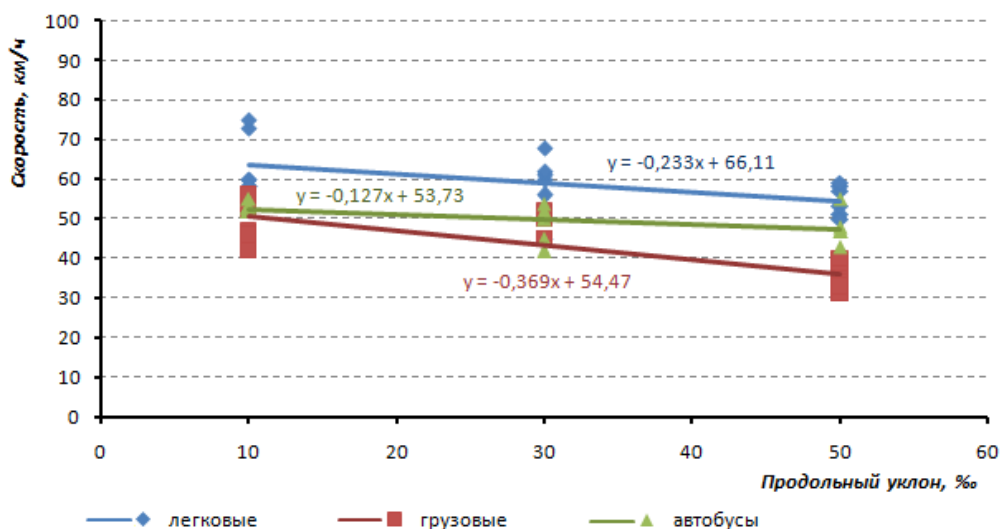


Рисунок 1 – Зависимость средней скорости автомобилей от продольного уклона при движении на подъем

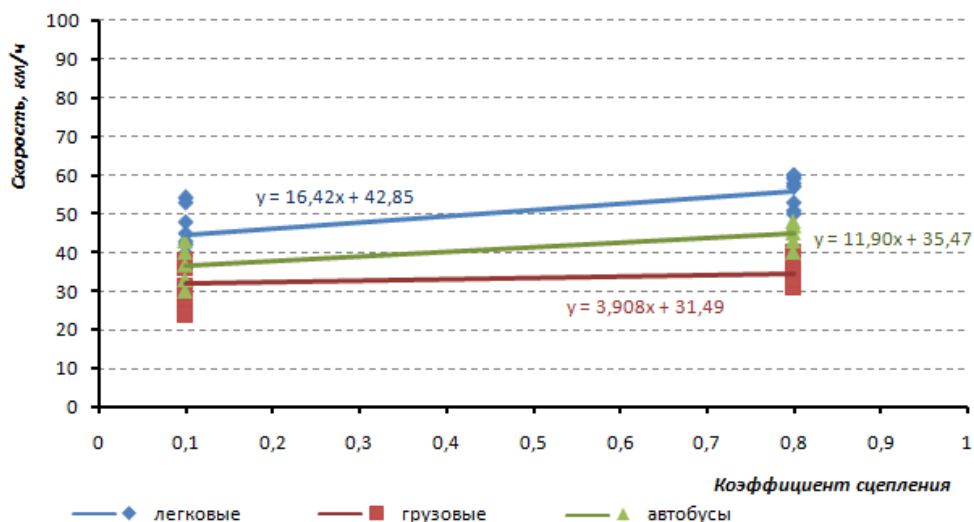


Рисунок 2 – Зависимость средней скорости автомобилей от состояния покрытия (коэффициента сцепления) при движении на подъем при продольном уклоне 50%

Анализ полученных линейных зависимостей свидетельствует о том, что средняя скорость движения автомобилей снижается с увеличением продольного уклона при этом более интенсифицирован процесс снижения скорости у грузовых автомобилей. При этом с увеличением коэффициента сцепления скорость транспортных средств возрастает, что свидетельствует о влиянии на скорость транспортных средств состояния покрытия автомобильной дороги.

Для оценки комплексного показателя обеспечения расчетной скорости планируется в дальнейшем многофакторное моделирование эксперимента с учетом влияния геометрических параметров и состояния покрытия.

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА УЧАСТКЕ ПАВЛОВСКОГО ТРАКТА, ОГРАНИЧЕННОГО УЛИЦАМИ СТРОИТЕЛЕЙ И ПОПОВА В БАРНАУЛЕ

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

В современном обществе существует ряд проблем в сфере дорожного движения. Основной можно выделить проблему дорожных заторов, являющихся результатом урбанизации, роста населения, плотности заселения и увеличение числа автомобилей на душу населения. Дорожные заторы влекут за собой негативные последствия, такие как: увеличение расхода топлива и уровня загрязнения окружающей среды.

Интеллектуальная транспортная система — это система, которая с помощью современных технологий и технологических решений может моделировать и регулировать транспортные потоки, что обеспечивает информативность, безопасность и взаимодействие для участников дорожного движения.

ИТС позволяет избегать дорожных заторов, путем моделирования и регулирования транспортных потоков.

В настоящей публикации разрабатывалось внедрение элементов интеллектуальной транспортной системы (ИТС) на участке Павловского тракта, ограниченного улицами Строителей и Попова в г. Барнауле.

Выбор участка для разработки ИТС был обусловлен тем, что Павловский тракт — одна из главных магистралей Барнаула, которая соединяет город с районами края, а также «спальные» районы, аэропорт и промышленную зону с центром города. В месте пересечения с улицей Малахова тракт образует крупную автомобильную развязку. Вместе с тем, Павловский тракт — одна из наиболее загруженных транспортом улиц Барнаула.

Внедрение элементов ИТС сможет решить ряд задач: уменьшение загруженности участка, ограниченного улицами Строителей и Попова; регулирование транспортных потоков; обеспечение информативности, безопасности и взаимодействия для участников дорожного движения.

Подсистемы разрабатываемой ИТС:

Подсистема сбора информации: автоматический сбор информации о параметрах транспортных потоков на участке Павловского тракта, ограниченного улицами Строителей и Попова в г. Барнауле при помощи детекторов транспорта.

Подсистема видеонаблюдения: получение данных с видеокамер, расположенных на участке Павловского тракта, ограниченного улицами Строителей и Попова в г. Барнауле. Ведение архива видеоданных о событиях (архив видеороликов).

Подсистема управления дорожным движением: автоматизированное управление дорожным движением по разработанным сценариям управления. Автоматизированное управление дорожным движением из диспетчерского пункта подсистемы.

Подсистема информирования: формирование и вывод сообщений по принятому сценарию управления на динамические информационные табло для пользователей транспортной системой в пределах действия системы.

Подсистема фиксации нарушений ПДД: видео и фото фиксация нарушений ПДД.

Для реализации цели необходимо решить следующие задачи:

- увеличить пропускную способность одной из важнейших транспортных артерий города Барнаула, путем предоставления актуальной информации о дорожной ситуации; Информация будет предоставляться из центра управления путем передачи на динамические информационные табло.

- получить оперативную информацию специальным службам о случившемся ДТП или криминальном происшествии. Информация из центра управления передается в управления специальных служб.

Создание технической части системы представляет собой проектирование конструкций для размещения оборудования: динамических информационных табло, цветных уличных видеокамер, датчиков интенсивности движения, детекторов транспорта. Так же предполагается создание информационного центра (диспетчерского пункта), оснащенного современным оборудованием: экранами для мониторинга или видеостеной, а также рабочими местами операторов, которые должны вести круглосуточный мониторинг дорожной ситуации на участке Павловского тракта, ограниченного улицами Строителей и Попова в г. Барнауле. Так же предполагается разработка типовых сценариев реагирования на ту или иную дорожную ситуацию.

Предусматривалась разработка схем конструкции, с местами размещения оборудования, приведенная ниже.



Условные обозначения: 1. Динамическое информационное табло; 2. Информационное световое табло; 3. Знаки движения по полосам; 4. Уличные влагозащищенные видеокамеры, датчики интенсивности движения, детекторы транспорта.

Таким образом, использование предложенной структуры применения элементов ИТС на участке Павловского тракта, ограниченного улицами Строителей и Попова в г. Барнауле позволит повысить пропускную способность и улучшить показатели по безопасности дорожного движения.

## АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ НАЛЕДЕЙ НА МОСТАХ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

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

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

Наледь – это скопление льда или замерзающей воды на ледяном покрове реки, мерзлом грунте или другом водоупорном слое. Наибольшее распространение наледи имеют в районах вечной мерзлоты.[1]

В результате воздействия наледей на мосты могут возникать деформации, а иногда даже разрушение мостов. Также наледи создают угрозу для безопасности движения автомобилей и пешеходов. Наледи широко распространены на северо-востоке страны и в Сибири.

Наледи по генетическим признакам бывают:

- наледи поверхностных вод (речные, ручьевые);
- наледи подземных вод (грунтовые, ключевые);
- наледи смешанных вод (поверхностны и подземные);
- наледи талых вод (от снега и льда);
- искусственные (техногенные) наледи.[2]

Интенсивное развитие наледей проявляется в начале зимы, при этом объемы уменьшаются значительно медленней площади. В конце ноября интенсивность роста площади и объема выравнивается, а в декабре рост объема наледи превосходит рост ее площади. Это объясняется тем, что большая часть льда наледи откладываясь на уже существующую наледь.

Одно из основных воздействий наледи на сооружение – физико-химическое воздействие. Наледные воды, переходя в лед, в течение одной зимы могут десятки раз омыwać бетонные поверхности, а после плотно смерзаться с ними. В результате чего меняется структура бетона поверхностного слоя, а затем приводит к его выщелачиванию. Из-за гидростатического давления наледь у железобетонного моста пучится, и может вовлекать в движение опоры мостов, конуса насыпей подходов.

Возможны случаи подъема целых пролетных строений наледным бугром с опорных частей и даже их разрушения. Косвенные воздействия проявляются в виде мерзлотных, гидрогеологических и других явлениях, действующих или усиливающих свое действие при образовании наледи у сооружения. В зимний период наледи на переходах всегда вызывают скопление воды с верховой стороны, это приводит к пучению грунтов земляного полотна, а если мерзлые грунты находятся в основании, к его деградации. Сплывы откосов и разжижение грунтов насыпей, подтопление проезжей части подходов к мосту во время таяния наледей так же стоит отнести к косвенным воздействиям. При вырубке или выколки льда из отверстий сооружения происходят механические повреждения поверхности бетона и железобетона.

Для нормальной эксплуатации мостов на переходах с наледями необходимо пропускать по ледовым канавам наледные воды, выкалывать лед из отверстий, а на некоторых участках даже организовывать круглосуточное дежурство рабочих. Для этого требуются большие затраты труда и времени. Эксплуатация мостов значительно улучшается при постройки противоналедных сооружений, которые или обеспечивают задержание наледи и наледной воды до мостового сооружения, или пропуск наледной воды в низовую часть перехода. Выбор метода борьбы с наледью зависит от типа наледи и особенностей конструкции мостового сооружения, высоты насыпи, условий и причин возникновения наледи.

Задержание наледи с верховой стороны сооружения может быть осуществлено постоянными или временными противоналедными средствами, сущность работы которых заключается в том, чтобы вызвать появление и рост наледи в безопасном для сооружения месте и удержать ее. К постоянным удерживающим противоналедным средствам относятся земляные валы с заборами в проеме, железобетонные заборы, грунтовые мерзлотные и мерзлотно-водонепроницаемые экраны в сочетании с удерживающими противоналедными сооружениями.

Удерживающие противоналедные земляные валы и железобетонные заборы удовлетворительно работают на постоянных и периодически действующих водотоках, на которых наледи образуются в бытовых условиях. Их сооружают высотой 1-3 м из глинистых грунтов с тщательным послойным трамбованием. Ширину вала поверху принимают не менее 1 м, а его откосы 1:1.5. Для пропуска по логу поверхностных вод в валах оставляют просветы размерами, обеспечивающими пропуск максимального расхода, но не менее величины отверстия искусственного сооружения, расположенного в этом логу ниже вала. На зиму просветы валов перекрывают заборами из досок. Для обеспечения условий полного перехода наледной воды в лед перед удерживающими противоналедными сооружениями предусматривают спланированную площадь, обеспечивающую растекание воды перед валом. Расчетную величину площади растекания  $F$  определяют из условия полного перехода наледной воды в лед: В конструкции удерживающих противоналедных сооружений предусматривают участок нарушенного русла, обеспечивающий резкое изменение водно-теплового режима малого водотока.

Длину и ширину нарушенного русла определяют из условия, что после протекания воды по этому участку ее температура понизится до нуля. В конструктивном отношении участок нарушенного русла представляет собой русло, спланированное и укрепленное каменным мощением или бетонными плитами толщиной 4-8 см. Располагают этот участок на таком расстоянии от удерживающих противоналедных средств, чтобы при полной аккумуляции наледных вод он всегда находился вне наледи. Высоту удерживающих противоналедных сооружений принимают на 0,5 м больше толщины наледи у вала, определяемой исходя из полного ее удержания.

Другой способ борьбы с наледями – это свободный пропуск наледей через зону искусственного сооружения.

Свободный пропуск наледей через зону моста применяют на водотоках с большими природными наледями, если устранить причину образования наледи или задержать ее выше сооружения невозможно или экономически не выгодно. Данный метод особенно оптимален, когда по расчету отверстия на пропуск паводковых вод требуется строить мост, способный одновременно пропускать наледееобразующую воду в течение всей зимы, и при этом не нужно строить противоналедные сооружения.

При свободном пропуске наледееобразующая вода небольшими слоями свободно стекает через отверстие моста в низовую сторону, постепенно увеличивая мощность наледного бугра. Если отверстие сооружения и пойменные насыпи имеют высоту более максимального уровня наледи и запас для стока весенних вод, то никаких дополнительных работ по борьбе с наледью производить не нужно. В этом заключается преимущество этого принципа проектирования, поэтому он является более предпочтительным, чем другие, если не будет значительного удорожания строительства. Высота подмостового габарита на водотоках с наледями должна обеспечивать свободный пропуск наледей в течение всего зимнего периода наледееобразующих вод и весеннего паводка.

По большей степени, мосты на водотоках с наледями должны проектироваться по этому принципу. Насыпи вблизи водотока рационально отсыпать из дренирующих грунтов. Земляное полотно должно возвышаться над уровнем наледи не менее чем на 0,5 м.

Еще один способ борьбы с наледями - безналедный пропуск водотоков.

Применяется на постоянных водотоках и ключах, выходы которых расположены неподалеку от моста, и при условии, что этот метод проще осуществить технически и экономически выгоднее, чем другие способы борьбы с наледью. Так же данный метод применяют на объектах, которые недопустимо эксплуатировать в условиях наледееобразования (такие как: переезды, тоннели, близко расположенные жилые и производственные здания). Наиболее эффективен этот метод в районах с высоким снежным покровом и со среднемесячной температурой самого холодного месяца до минус 25°C.

Способы осуществления безналедного пропуска водотоков это: концентрация, утепление и спрямление русла, при протекании в зоне моста и на подходах к нему. В

зависимости от климатических особенностей и условий протекания водотока могут применяться различные методы.

При протекании водотока по нескольким неглубоким рукавам для уменьшения ширины охлаждения водотока отдельные рукава нужно собрать в одно, углубленное и спрямленное русло. Зачастую это предотвращает образование наледей.

Так же для этого метода могут применяться специальные водоотводные лотки (открытые и закрытые) из дерева или из сборных железобетонных плит с утеплением. Лотки прокладывают через отверстие моста, заглубляют и по ним отводят наледеобразующую воду в низовую сторону без замерзания в течение зимы. Применяется данный метод, если источник (ключ) расположен неподалеку от моста и четко выражен, что позволяет его сосредоточить и пустить по узкому лотку.

#### **Вывод:**

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что борьба с наледями необходима, так как они могут вызвать значительные разрушения мостовых конструкций. Борьба с наледями должна начинаться еще на стадии проектирования, чтобы можно было обеспечить свободный пропуск наледей через зону искусственного сооружения, так как это самый эффективный и менее затратный вариант. А если это не было продумано заранее, то предпринимать текущие меры защиты, такие как задержание наледи с верховой стороны сооружения или безналедный пропуск водотоков.

Список использованной литературы:

1. Кузьминых Александр Иванович. Наледные явления у искусственных сооружений на дорогах Сибири и совершенствование способов противоналедной защиты. Новосибирск 1997.
2. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями. Москва «Транспорт» 1989.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В КЫТМАНОВСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ.

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

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

В данной публикации рассматривается возведение земляного полотна для дороги III категории в Кытмановском районе Алтайского края, протяженностью 16 км. Тип местности по влажности первый. Дорожная одежда усовершенствованная, облегченного типа, серповидного профиля. Дальность возки воды составляет 3,1 км. Грунт : суглинок легкий-пригодный для строительства грунта, что нужно учесть в последующем строительстве земляного полотна.. На пятом километре, на расстоянии 1,5 км, а также на двенадцатом километре, на расстоянии 4,5 км, расположены грунтовые карьеры.

Кытмановский район относится к III дорожно-климатической зоне, то есть к зоне избыточного увлажнения весной и осенью и благоприятного сухого лета.

По дорожно-климатическому графику определяется продолжительность весенней и осенней распутицы, а так же реальные сроки строительства земляного полотна по сосредоточенным и линейным работам.

Протяженность проектируемой дороги составляет 16 км. На всем протяжении, исходя из рабочей отметки на продольном профиле земляного полотна, принято 4 типовых поперечных профиля земляного полотна – поперечный профиль насыпи, высотой до 3 метров и до 6 метров, а также поперечный профиль выемки, глубиной до 1м и до 12м.

За начало трассы принят нулевой километр. С первого по пятый километр трасса проходит по лесу, с пятого по десятый километр по лугу, с 11 по 12 километр по выгону, с 13 по 16 км трасса проходит по пашне. На пятом километре трасса поворачивает вправо. Так как 13 по 16 километр трасса проходит по пашне – земле на которой не рекомендуется

устройство боковых резервов, т.к. она предназначена для выращивания сельскохозяйственных культур, по окончании строительства эти земли подлежат обязательной рекультивации.

Принято 4 участка линейных и 1 участок сосредоточенных работ. Для каждого участка осуществлен выбор ведущих машин, с учетом вида работ, качества грунта на месте строительства автомобильной дороги.

Так как на первом участке, протяженностью 4 км трасса проходит по лесу, а высота насыпи превышает 1,5 м, то грунт здесь будет отсыпаться при разработке выемки. В качестве ведущей машины рекомендован Экскаватор ЭО 71-11.

Перед уплотнением грунт увлажняется поливочной машиной ПМ-130 до достижения им оптимальной влажности. Перед уплотнением грунт увлажняем поливочной машиной ПМ-130. После увлажнения поливочной машиной, грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу при толщине уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным катком, массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,4 м. Для планировки верха земляного полотна и откосов насыпи на этом участке используется автогрейдер ДЗ-99

На втором участке протяженностью 2 км, трасса проходит по лугу, а высота насыпи превышает 1,5 м, то грунт здесь будет отсыпаться из грунта, при разработке выемки. В качестве ведущей машины рекомендован Экскаватор ЭО 71-11.

На третьем участке протяженность 2 км трасса проходит по лугу, а высота насыпи не превышает 1,5 м, следовательно необходимо устройство боковых резервов, из грунта которых и будет возводиться насыпь. В качестве ведущей машины рекомендован бульдозер ДЗ-80.

После увлажнения поливочной машиной грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным катком массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,4 м. Для планировки верха земляного полотна и откосов насыпи используется автогрейдер ДЗ-99.

На четвертом участке, протяженностью 6 км, трасса проходит землям сельскохозяйственного назначения, следовательно необходимо использовать грунт, привозимый из грунтового карьера. В качестве ведущей машины рекомендован экскаватор ЭО 71-11.

Сосредоточенные работы располагаются на одном участке автодороги: участок протяженностью 2000 м располагается между четвертым и шестым километрами дороги. Объем работ на этом участке составляет 91680 м<sup>3</sup>. На этом участке работы будут производиться из выемки в насыпь. Ведущей машиной принимается скрепер ДЗ-26. После увлажнения поливочной машиной грунт необходимо уплотнить в начале легким прицепным катком массой 15 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, затем тяжелым самоходным катком массой 30 тонн, четырьмя проходами по одному следу, с толщиной уплотняемого слоя 0,4 м. Для планировки верха земляного полотна и откосов насыпи используется автогрейдер ДЗ-99.

Установлена продолжительность линейных работ - 78 рабочих дней, а. сосредоточенных работ – 57 рабочих дней.

Определен общий период строительства – 118 календарных дней (93 рабочих).

Таким образом, установлены особенности технологии строительства земляного полотна в Кытмановском районе Алтайского края, определены сроки строительства и состав машиноотрядов на соответствующих участках строительства.

## ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЕКТНО – ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА SCAD

Евдокимов М.Ю. – студент, Калько И.К. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время основополагающими принципами строительства являются эффективность применяемых конструкций, а следовательно, экономия строительных материалов, долговечность и архитектурная выразительность зданий и сооружений. Поэтому главная задача проектировщика – найти оптимальную конструктивную схему здания, в полной мере удовлетворяющую всем перечисленным требованиям. Одним из путей развития строительной отрасли является использование тонкостенных пространственных конструкций, обеспечивающих максимальную эффективность используемых материалов. Эти конструкции представляют собой системы, состоящие из тонких оболочек или пластин, подкрепленных опорными элементами.

Рассматриваемая тема актуальна для расчета уникальных конструкций. Научная новизна данного исследования заключается в использовании при расчетах пластин и оболочек особых геометрий, позволяющих получить оптимальные конструкции, которые наиболее часто применяются в строительстве.

В данном исследовании поставлена цель рассчитать пластины и оболочки определенной геометрии.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать инструментарий, функциональные возможности программы SCAD;
- задать жесткостные характеристики, граничные условия, нагрузки.

Для работы было принято одиннадцать видов пластин для расчета, которые отличаются между собой видом и местом приложения нагрузки, а также граничными условиями. Рассмотрим расчет одной из пластин размером 0,5 x 0,5 м. Объемный вес – 77.0085 кН/м<sup>3</sup>. Модуль упругости – 2.0601e+008 кН/м<sup>2</sup>. Коэффициент Пуассона – 0,3. Толщина пластины – 5 см. Пластина находится в плоском напряженном состоянии. Пластина свободно оперта в углах. Вблизи центра пластины приложена сосредоточенная нагрузка равная 55 кН. На выходе получим величины прогибов, значения моментов ( $M_x, M_y, M_{xy}$ ), поперечных сил ( $Q_x, Q_y$ ). (Рисунок 1). Уникальным средством построения эпюр является – построение эпюр напряжений вдоль секущей. Секущую можно провести в любом направлении. Здесь можно просмотреть значения напряжений в определенной точке и сохранить фото эпюр. (Рисунок 1, справа). Важно заметить, что размерность моментов – (кН·м)/м. То есть величина момента рассчитывается на метр длины. Размерность поперечных сил – кН/м. [1]

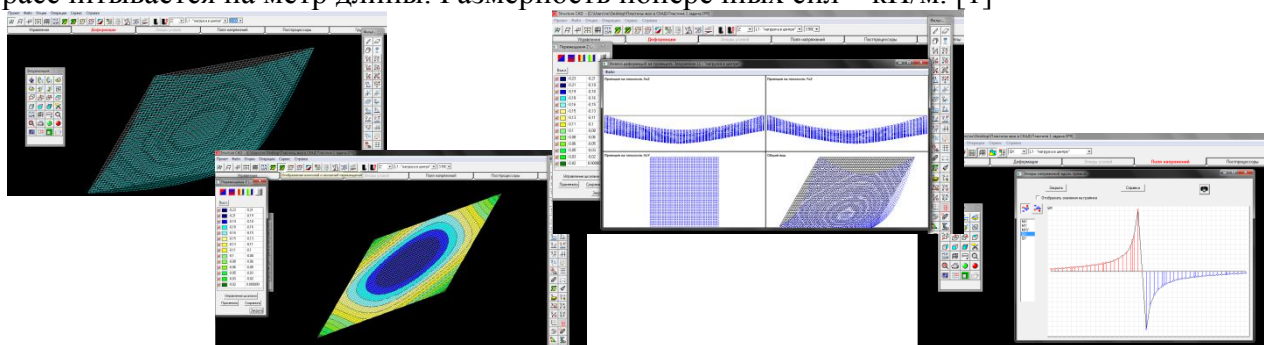


Рисунок 1 – Расчет пластины в программе SCAD

В работе было рассмотрено 14 различных геометрий оболочек с разными граничными условиями и видами нагрузок. Рассмотрим расчет резной линейчатой поверхности Монжа с круговой цилиндрической направляющей поверхностью.[2] Жесткостные характеристики: Модуль упругости  $E=3.31e+006$  Т/м<sup>2</sup>, коэффициент Пуассона  $\nu=0,2$ , толщина  $h=0,1$  м. Граничные условия: заделка по внутреннему и внешнему контуру включая торцы. Нагрузки:



равномерно распределенная нагрузка, действующая вдоль оси  $z$   $q=10 \text{ кН/м}^2$ . На выходе получим величины прогибов, значения моментов ( $M_x, M_y, M_{xy}$ ), поперечных сил ( $Q_x, Q_y$ ), а также сжимающих (растягивающих) усилий ( $N_x, N_y, T_{xy}$ ). (Рисунок 2)

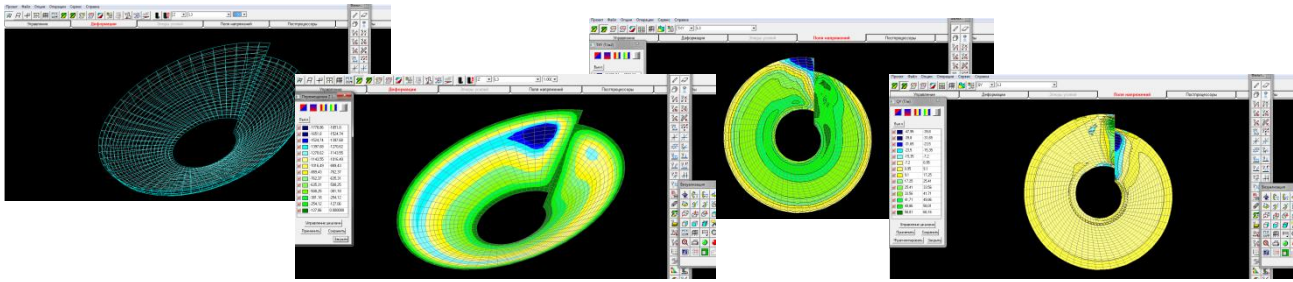


Рисунок 2 – Расчет оболочки в программе SCAD

В программе SCAD можно вручную записать данные для расчета или задать данные непосредственно в самой программе, которая и запишет самостоятельно всю информацию в текстовый файл. Считаем, что более рациональным будет создавать все данные в программе SCAD и на выходе сохранять как текстовый документ. В данном документе можно исправить исходные данные: изменить конфигурацию расчетной схемы, приложенные нагрузки, жесткости и многое другое. В итоге мы можем рассчитать пластину или оболочку с нужными нам характеристиками. Это значительно сокращает трудоемкость ручных расчетов. В ходе расчетов использовался универсальный метод конечных элементов (МКЭ), позволяющий рассчитывать конструкции с любой геометрией. Расчетная схема разбивается на множество элементов простой геометрической формы, соединенных между собой в узловых точках. Для каждого конечного элемента записывается аналитическое решение уравнения, описывающего его напряженно-деформированное состояние. Метод конечных элементов реализуется в форме метода перемещений, метода сил или смешанного метода. Несмотря на то, что МКЭ считается приближенным, он обладает достаточной точностью для использования в практических расчетах и благодаря реализации в современных расчетных программах позволяет выполнять расчеты в кратчайшие сроки. В основе МКЭ лежит принцип дискретизации расчетной схемы с целью упрощения математических вычислений. МКЭ позволяет получить полную картину напряженно-деформированного состояния (НДС) по всей поверхности рассматриваемой поверхности.[3] Таким образом, графическим отображением результата расчета являются пространственные эпюры, распределение значений искомого компонента НДС в которых представлено либо цветом (изополя), либо линиями (изолинии). Результаты в таком виде наглядны, дают общую картину напряжений. Можно видеть максимальные значения моментов, сил, прогибов и в итоге подобрать необходимые размеры, материал пластины или оболочки.

Результаты данных исследований могут использовать инженерно-технические работники, осуществляющие проектно-изыскательную деятельность и студенты при выполнении заданий по строительной механике, теории упругости, а также при курсовом и дипломном проектировании.

Список использованных источников:

1. Инструментарий инженера-проектировщика [электронный ресурс] <http://scadhelp.com/scadsoft.html>
2. Р.А. Хечумов, Х. Кеплер, В.И. Прокопьев “Применение метода конечных элементов к расчету конструкций: Учебное пособие для технических вузов” – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 1994 – 353 с.
3. С.Н. Кривошапко, В.Н. Иванов, С.М. Халаби “Аналитические поверхности: материалы по геометрии 500 поверхностей и информация к расчету на прочность тонких оболочек” – М.: Наука, 2006 - 544 с.

## ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ IV КАТЕГОРИИ В ПЕРВОМАЙСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Одегов А.О.- студент, Меренцова Г.С. - д.т.н. , профессор

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

В данной публикации рассматривается возведение земляного полотна для дороги IV категории в Советском районе Алтайского края протяженностью 13 километров. Дорожная одежда переходного типа, серповидного профиля. Дальность возки воды составляет 4 км. Грунт - супесь легкая пригодна для строительства, он не относится к пучинистым грунтам, с повышенным содержанием пылеватых частиц. Грунтовые карьеры расположены на втором, пятом и одиннадцатом километре строительства автомобильной дороги.

Советский район относится к IV дорожно-климатической зоне, то есть к зоне значительного увлажнения весной и осенью и благоприятного сухого лета.

По дорожно-климатическому графику определялась продолжительность весенней и осенней распутицы, а так же реальные сроки строительства земляного полотна по сосредоточенным и линейным работам, с учетом производительности выбранных ведущих машин.

На всем протяжении, исходя из рабочей отметки на продольном профиле земляного полотна, принято 2 типовых поперечных профиля земляного полотна – поперечных профиля земляного полотна – поперечный профиль насыпи, высотой до 6 метров и поперечный профиль выемки до 12 м.

С первого по третий километр трасса проходит через луг, с девятого по двенадцатый километр трасса проходит вдоль пашни, поэтому здесь не рекомендуется устройство боковых резервов. По окончании строительства эти земли подлежат обязательной рекультивации. На тринадцатом километре трасса проходит не по сельскохозяйственным землям, в связи с этим устраиваются резервы.

Принято 3 участка линейных и 2 участок сосредоточенных работ. Осуществлен выбор ведущих машин на каждом участке.

На первом участке протяженностью 3,0 км высота насыпи не превышает 1,5 м, также на этом участке имеется выемка, учитывая эти условия, рекомендуется разработка грунта из выемки в насыпь, в качестве ведущей машины выбран скрепер МоАЗ-60148.

Исходный грунт имеет естественную влажность 7-8%, при этом используется поливочная машина ПМ-130, для доувлажнения грунта, до значения оптимальной влажности 14%. Далее грунт уплотняется, для этого используется легкий каток ДУ-31А массой 16 тонн, четырьмя проходами по одному следу, толщиной уплотняемого слоя 0,3 м, а затем - более тяжелый на пневмошинах ДУ-29 массой 30 тонн, при четырех проходах по одному следу, толщиной уплотняемого слоя 0,4 м.

На втором участке протяженностью 5 км, высота насыпи варьируется в пределах от 1,3 до 1,5 м, и в качестве ведущей машины рекомендован бульдозер ДЗ-25. Также на участке необходимо увлажнение грунта с помощью поливочной машины и уплотнение грунта с помощью катков используемых выше.

На третьем участке протяженностью 3 км и высотой насыпи до 2,4 м, трасса проходит через пашню, поэтому, насыпь должна отсыпаться из привозного грунта, разрабатываемого в карьере, ведущей машиной целесообразно использовать экскаватор ЭО-6112Б. Также на участке необходимо доувлажнение грунта с помощью поливочной машины до оптимальной влажности и уплотнение грунта с помощью катков, используемых выше.

Сосредоточенные работы располагаются на участке дороги в пределах 1-2 км и на участке между 9-10 километрами. Глубина выемки составляет 5,2 м, а высота насыпи составляет 6,5 м. Исходя из этих условий, в качестве ведущей машины рекомендован ЭО-5111. На участках проводится увлажнение до оптимальной влажности 14% и уплотнение грунта с помощью катков ДУ-31А массой 16 тонн и ДУ-29 массой 30 тонн. Планировка верха земляного полотна выполняется автогрейдером ДЗ-14

Учитывая, что сосредоточенные работы, должны быть выполнены до завершения линейных работ, необходимо определить продолжительность выполнения линейных и сосредоточенных работ. Установлено, что продолжительность линейных работ составляет 96 рабочих дней, а продолжительность сосредоточенных 55 рабочих дней.

Определен общий период строительства -141 календарный день (122 рабочих).

Таким образом, разработаны основные положения оптимизации возведения, устройства земляного полотна в Первомайском районе Алтайского края, с учетом исходных факторов, влияющих на технологию и организацию выполнения работ. Обоснован выбор состава механизированных отрядов с техническим обоснованием наиболее рационального варианта.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ 3D ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Криковцов В.Е. - студент, Меренцова Г.С. - д.т.н., профессор

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

Трехмерное моделирование и визуализация в существующих САПР-АД чаще всего используется для презентаций, представляемых заказчику для оценки проделанной проектной работы. Использование постоянного мониторинга 3-D сцены для проектировщика достаточно сложный процесс, так как одновременную работу в САПР-АД производит сразу несколько специалистов, и проект до самого своего логического завершения не представлен в полном объеме в виде готовой модели. Возможен лишь поэтапный анализ решений.

Приходим к логичному выводу трехмерной визуализации проектных решений в том же программном продукте, где осуществляется и само проектирование автомобильной дороги. Данный подход позволяет делать не просто презентационные материалы, а осуществлять одновременный с проектированием анализ принятых решений.

В своем развитии системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог приходят к концепции PLM и BIM. Считаю развитие САПР в данном направлении наиболее продуктивным. Подробно данный вопрос рассмотрен в статье «IT-технологии в поддержке жизненного цикла дорог» под авторством Бойков В.Н., д.т.н., профессор МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва) журнал «САПР и ГИС» №1(2) 2014 г. Рассмотренная мной технология принятия оптимальных проектных решений перекликается с данными разработками напрямую.

Оценка скоростей движения грузового транспорта, при проектировании дорог в горной и пересеченной местности, позволяет выявлять и оперативно исправлять участки, которые не обеспечивают экономичное движение транспортных потоков.

В настоящее время имеется множество методов расчета скоростей движения одиночных автомобилей. В различных расчетах используются разные предпосылки и допущения, лежащие в основе методик.

В данной работе используется методика А.Е. Бельского, как наиболее подходящая в исходных предпосылках, при движении в пересеченной и горной местности.

На основании данной методики была реализована программа расчета скоростей.

Для более объективного анализа скоростей движения грузовых автомобилей была применена методика из ВСН-25-86.

При разработке программы так же учитывалось расстояние видимости для остановки.

Согласно существующей политики проектирования требуемое SSD состоит из двух компонентов: расстояние, пройденное при восприятии водителя - времени реакции до момента торможения и расстояния при торможении, для того чтобы остановить автомобиль. Использовалась модель SSD принятая по нормам проектирования политики AASHTO 2004.

Разработана программа для ЭВМ на языке Visual Basic for Applications (VBA в Microsoft Excel) для расчета параметров движения грузового транспорта, результаты расчета программы позволяют оптимизировать проезд грузового транспорта по автомобильной дороге в пересеченной и горной местности, а именно:

- полученные участки с неравномерным изменением скорости движения грузового транспорта подвергаются анализу и переработке в продольном профиле;
- редактируются параметры круговых и переходных кривых в плане.

После изменения полученных параметров, полученные данные вновь проверяются в программе.

Исходя из полученных элементов автомобильной дороги, строится 3D модель проектируемого участка. Предлагается применять полученную математическую модель движения грузового транспорта по пересеченной и горной местности при моделировании проезда грузового автомобиля при 3D визуализации участков запроектированных автомобильных дорог.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ПЕРЕХОДНОГО ТИПА, АРМИРОВАННЫХ ОБЪЕМНЫМИ ГЕОРЕШЕТКАМИ

Григорьева Е.В. – студент, Костюков С.Е. – студент,

Строганов Е.В. – старший преподаватель

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

В последнее время проектировщиками при конструировании переходных дорожных одежд активно используются георешетки Геоспан ОР, ОРП и т.п., изготовленные из полимерных сот. Их конструкция представляет из себя соты, соединенные между собой в шахматном порядке. Во время эксплуатации соты принимают вид ячеистой структуры, обеспечивая прочность конструкции. Георешетка устойчива к воздействию ультрафиолета, пресной и соленой воды, кислых и щелочных грунтов. Диапазон рабочих температур от -60 до +70 °С.

Известен опыт увеличения несущей способности дороги в условиях высокой стоимости привозного щебня по технологии усиления дорожной одежды за счет применения объемной георешетки Геоспан ОР и тканного геотекстиля «Геоспан ТН», которая была применена на проезде к с.Залесово (Пещёрка-Гуниха) в Алтайском крае. За счет применения георешетки удалось не только значительно сократить толщину привозного щебня, но и обеспечить требуемые прочностные показатели конструкции.

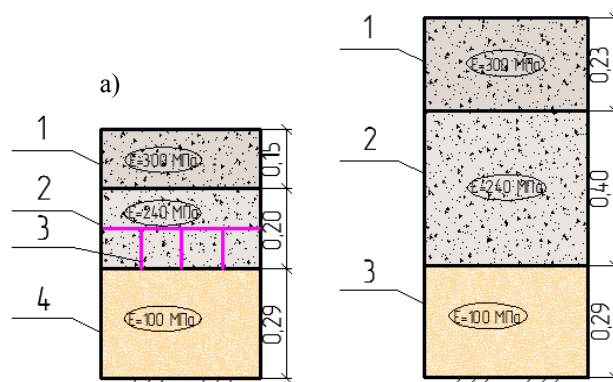
В результате исследований Центрального научно-исследовательского института министерства обороны Российской Федерации в 2008 году выявлены численные значения коэффициентов армирования при использовании георешеток ГЕОСПАН, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Численные значения коэффициентов армирования георешеткой Геоспан конструктивных слоев дорожных одежд

Материал конструктивного слоя	Коэффициент армирования, $K_a$	
	Схема армирования: георешетка+геотекстиль	Схема армирования: объемная георешетка
Щебень	1,76	1,23
Гравий (шлак)	1,76	1,23
Песок	1,92	1,34
Супесь	1,99	1,39

В связи с актуальностью применения георешеток на автомобильных дорогах с щебеночными покрытиями рассмотрен вопрос сравнительного анализа применения георешетки «Геоспан ОРП» 30/10 (h=10 см) с перфорацией и устройства конструктивных слоев без георешетки.

Для обоснования применения георешетки рассмотрено два варианта конструкции дорожной одежды, которые представлены на рисунке 1.



а) вариант дорожной одежды с георешеткой; б) вариант дорожной одежды без георешетки

1 – смесь щебёночная с непрерывной гранулометрией С1; 2 – смесь щебёночная с непрерывной гранулометрией С10; 3 – георешетка «Геоспан ОРП» 30/10 (h=10 см) с перфорацией; 4 – песок мелкий

Рисунок 1 – Конструкции рассматриваемых вариантов дорожной одежды

Проведены расчеты конструкции дорожной одежды на прочностные показатели: упругий прогиб, сдвигоустойчивость в песке, сдвигоустойчивость в грунте земляного полотна, морозоустойчивость, колеиность.

Расчет конструкции дорожной одежды на прочность по упругому прогибу обоих вариантов свидетельствует о соблюдении условия прочности, однако при отсутствии георешетки толщина конструкции увеличивается в 1,4 раза, что приводит к увеличению требуемого количества инертных материалов и возрастанию стоимости конструкции.

При расчете на сдвигоустойчивость конструкции первого варианта дорожной одежды учитывались свойства георешетки, с корректировкой условия прочности с учетом коэффициента усиления по формуле

$$\frac{1}{\alpha_6} \cdot T \leq \frac{T_{\text{пр}}}{K_{\text{пр}}^{\text{ТР}}}, \quad (1)$$

где  $K_{\text{пр}}^{\text{ТР}}$ -требуемое минимальное значение коэффициента прочности, определяемое с учетом заданного уровня надежности;

$T$  -расчетное активное напряжение сдвига (часть сдвигающего напряжения, непогашенная внутренним трением) в расчетной (наиболее опасной) точке конструкции от действующей временной нагрузки;

$T_{\text{пр}}$  - предельная величина активного напряжения сдвига (в той же точке), превышение которой вызывает нарушение прочности на сдвиг;

$\alpha_6$  - коэффициент усиления (коэффициент снижения активных напряжений сдвига).

По проведенным расчетам на сдвигоустойчивость коэффициент усиления  $\alpha_6$  составил - 1,5.

При расчете конструкции дорожной одежды на колеиность у первого варианта дорожной одежды, за счет применения георешетки, остаточная деформация конструкции меньше, чем у второго на 10%.

Немаловажным фактором при выборе материалов для слоев дорожной одежды является их стоимость. Георешетка - достаточно дорогой материал, но ее использование, может значительно уменьшить затраты за счет уменьшения требуемых объемов щебёночной смеси. По проведенным расчетам при строительстве 1 км участка автомобильной дороги по рассматриваемым вариантам, стоимость варианта с георешеткой дешевле в 1,5 раза.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что применение георешеток в дорожном строительстве – это шаг в правильном, современном направлении, которое открывает множество возможных вариантов проектных решений. Применение объемных георешеток значительно повышает надежность дорожных конструкций, снижает

объем использования естественных зернистых материалов, компенсирует недостатки грунтов и используемых дорожно-строительных материалов, повысив их прочностные показатели.

## СПОСОБ ОЦЕНКИ СЦЕПЛЕНИЯ ЗАПОЛНИТЕЛЯ С РАСТВОРНОЙ ЧАСТЬЮ АСФАЛЬТОБЕТОНА

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

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

В настоящий момент методики по определению сцепления вяжущего с минеральными материалами носят качественный характер, но нет методики определения фактического количественного показателя сцепления. В связи с этим была поставлена задача разработать способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона, который бы позволил определить показатель сцепления. Разработанный способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона запатентован.

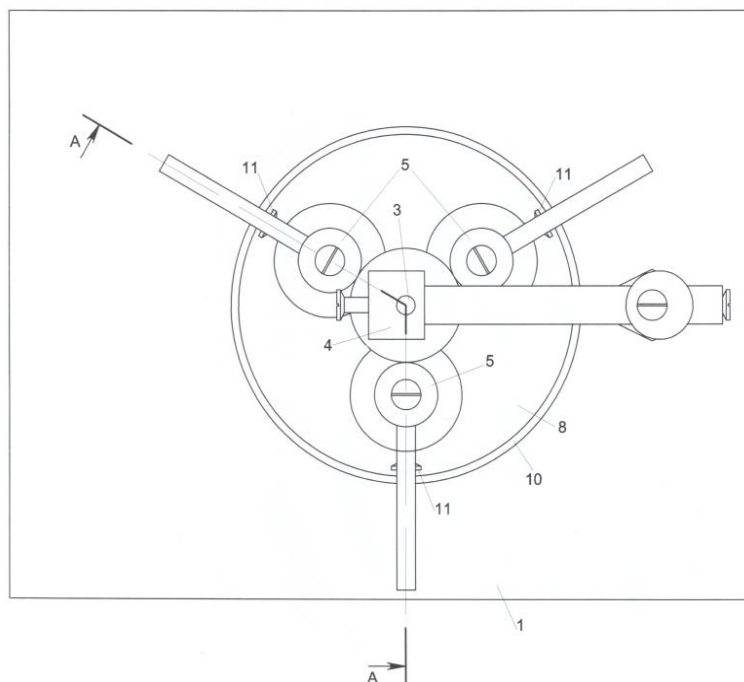
Сущность способа оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона состоит в определении величины напряжения в контактной зоне штампа – эталона по отношению величины нагрузки к размеру площади контактной зоны штампа – эталона.

Способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона поясняется рисунком 1, где схематично изображено приспособление для фиксации величины погружения штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона; на рисунке 2 – разрез по линии А-А; на рисунке 3 – прибор для оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона, реализующие способ, а также таблицей, в которой представлены результаты оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона.

Приспособление для фиксации величины погружения штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона содержит станину 1, связанную со стержневой системой, содержащей прикрепленный к станине 1 кронштейн 2, в верхней части которого установлен с возможностью перемещения относительно поверхности растворной части асфальтобетона стержень 3, фиксируемый винтом 4 и предназначенный для жесткого соединения со штампом – эталоном. При этом каждый из трех одинаковых элементов 5 штампа – эталона, расположенных относительно друг друга под углом 120°, выполнен из двух частей: нижняя часть 6, помещаемая на заданную глубину 7 погружения в растворную часть 8 асфальтобетона, изготовлена из камня, являющегося заполнителем, а верхняя часть 9 - из металла. Растворная часть 8 асфальтобетона помещена в металлическую емкость 10. Верхняя часть 9 штампа – эталона связана со стержнем 3 для получения жесткого соединения между собой одинаковых элементов 5 штампа – эталона с помощью болтового крепления 11.

Прибор для оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона содержит станину 12, к которой прикреплены вертикальные стержни 13, в верхней части которых закреплена металлическая пластина 14 с отверстием посередине для помещения металлической емкости 10 с растворной частью 8 асфальтобетона. В емкости 10 с растворной частью 8 асфальтобетона размещены три штампа – эталона. Для захвата верхней части 9 штампа – эталона имеется захватное приспособление 15, содержащее пружину 16 и шарнир 17 и связанное посредством струны 18 с нагрузочным приспособлением 19.

Количество одинаковых элементов 5 штампа – эталона выбрано в количестве трех для уменьшения трудоемкости реализации способа при использовании большого количества штампов – эталонов и для упрощения изготовления приспособления для фиксации величины погружения штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона.

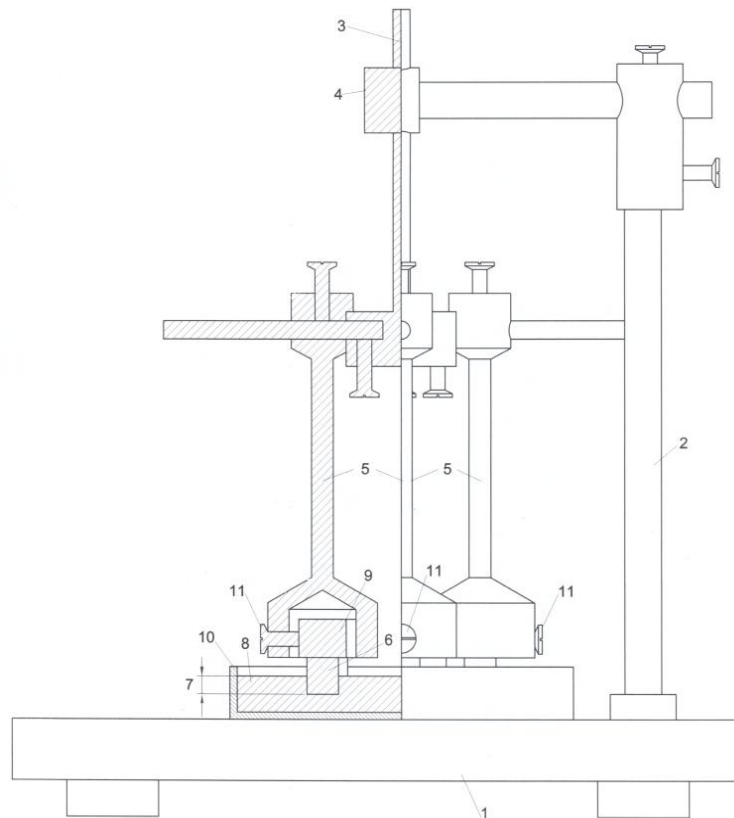


1 – станина; 2 – кронштейн; 3 – стержень; 4 – винт; 5 – элемент; 6 – нижняя часть штампа; 7 – глубина погружения; 8 – растворная часть асфальтобетона; 9 – верхняя часть штампа; 10 – металлическая емкость; 11 – болтовое крепление

Рисунок 1 – Приспособление для фиксации величины погружения штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона

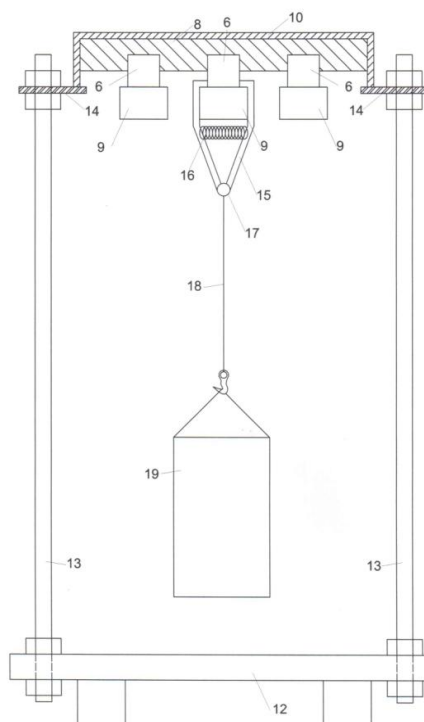
Пример конкретного осуществления способа. Растворную часть 8 асфальтобетона помещают в металлическую емкость 10, ставят ее в термостат вместе с одинаковыми элементами 5 штампа – эталона и нагревают до температуры 170°C. Затем металлическую емкость 10 с разогретой растворной частью 8 асфальтобетона вынимают из термостата и ставят на станину 1 приспособления для фиксации величины погружения штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона, а штамп – эталон из трех жестко соединенных между собой одинаковых элементов 5, расположенных относительно друг друга под углом 120°, устанавливают в стержневой системе со свободно перемещающимся стержнем 3 с помощью болтового крепления 11.

Затем штамп – эталон из трех жестко соединенных между собой одинаковых элементов 5 погружают в растворную часть 8 асфальтобетона и фиксируют его нижней частью 6 из заполнителя в растворной части 8 исследуемого асфальтобетона на заданной глубине 7 путем закрепления в стержневой системе, перемещая ее за счет движения стержня 3 относительно поверхности растворной части 8 исследуемого асфальтобетона посредством резьбового соединения винта 4, связанного со стержневой системой. При этом расстояния между элементами 5 штампа – эталона и стенками металлической емкости 10 выбирают одинаковыми для создания равных условий при растяжении (см. рисунок. 1). Далее растворную часть 8 асфальтобетона со штампом – эталоном выдерживают в металлической емкости 10 в течение 24 ч при температуре 20°C.



1 – станина; 2 – кронштейн; 3 – стержень; 4 – винт; 5 – элемент; 6 – нижняя часть штампа; 7 – глубина погружения; 8 – растворная часть асфальтобетона; 9 – верхняя часть штампа; 10 – металлическая емкость; 11 – болтовое крепление

Рисунок 2 – Разрез по линии А-А



12 – станина; 13 – вертикальные стержни; 14 – металлическая пластина с отверстием; 15 – захватное приспособление; 16 – пружина; 17 – шарнир; 18 – струна; 19 – нагрузочное приспособление

Рисунок 3 – Прибор для оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона



После такой выдержки металлическую емкость 10 с растворной частью 8 асфальтобетона, зафиксировав три одинаковых элемента 5 штампа – эталона, удаляют из приспособления для фиксации величины погружения штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона и помещают в прибор для оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона после поворота на 180° относительно станины 12.

Создание растягивающего усилия в контактной зоне каждого из трех одинаковых элементов 5 штампа – эталона производят после поворота металлической емкости относительно станины 12 на 180° путем приложения статической нагрузки на разрыв, которую создают грузом, прикладываемым к каждому из трех одинаковых элементов 5 штампа – эталона посредством нагрузочного приспособления 19, который обеспечивает осевое растягивающее напряжение при соответствующей площади контакта заполнителя с растворной частью 8 асфальтобетона, а, именно, площади контакта нижней части 6 элемента 5 штампа – эталона и растворной части 8 асфальтобетона. При этом статическая нагрузка на разрыв передается от нагрузочного приспособления 19 струной 18 через шарнир 17 на захватное приспособление 15 для крепления верхней части 9 штампа – эталона (см. рисунок 2).

Затем фиксируют статическую нагрузку на разрыв в момент отрыва штампа – эталона от растворной части 8 асфальтобетона, взвешивая нагрузочное приспособление 19 на весах, и определяют величину напряжения в контактной зоне  $\sigma$ , Н/см<sup>2</sup>, по формуле

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad (1)$$

где F – величина нагрузки, при которой произошел отрыв каждого из трех одинаковых элементов штампа – эталона от растворной части асфальтобетона, Н;

S – площадь контактной зоны между заполнителем – нижней частью каждого из трех одинаковых элементов штампа – эталона и растворной частью асфальтобетона, см<sup>2</sup>.

Результаты оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона по величине показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона

№ п/п	Нагрузка на один элемент штампа-эталона F, Н	Площадь контактной зоны одного элемента штампа-эталона S, см <sup>2</sup>	Сцепление $\sigma$ , Н/см <sup>2</sup>				Среднее квадратическое отклонение S	Коэффициент вариации V, %
			Эспериментальные значения $\sigma_{\text{эксп}}$	Минимальное экспериментальное значение $\sigma_{\text{min эксп}}$	Максимальное экспериментальное значение $\sigma_{\text{max эксп}}$	Среднее экспериментальное значение $\sigma_{\text{ср эксп}}$ после статистической обработки		
1	6,180	7,726	0,800	0,730	0,843	0,783	0,030	3,831
2	6,377	7,562	0,843					
3	5,886	8,054	0,731					
4	6,475	7,728	0,838					
5	4,905	6,721	0,730					
6	6,573	8,598	0,764					
7	6,965	8,431	0,826					
8	5,984	7,728	0,774					
9	6,082	8,222	0,740					

Примечание – коэффициент вариации менее 6%, что соответствует высокой точности эксперимента

Таким образом, использование предлагаемого способа обеспечивает определение фактического количественного показателя сцепления, повышение точности экспериментальной оценки показателя сцепления за счет фиксирования глубины погружения штампа-эталона в растворную часть асфальтобетона, а также уменьшается трудоемкость реализации способа за счет создания возможности фиксировать глубину погружения одновременно трех одинаковых элементов штампа – эталона в растворную часть асфальтобетона. [1]

Список использованных источников:

1. Пат. 2435744 Российская Федерация, МПК7 C04B28/00, G01N33/38. Способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона [Текст] / Меренцова Г.С., Чуб Н.В. ; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова" (АлтГТУ). – № 2010118219/03 ; заявл. 05.05.10 ; опубл. 10.12.11, Бюл. № 7 (I ч.). – 8 с. : ил.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ МЕСТНЫХ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Хребто А.О. – студент, Меренцова Г.С. - д.т.н., профессор

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

На сегодняшний день накоплен богатый опыт использования золошлаковых отходов энергетики в дорожном строительстве. Многообразие химико-минералогического состава зол, содержащих различное количество оксида кальция требует систематизации их применения для укрепления грунтов. Следует также отметить, что применение низкокальциевых зол-уноса оказывается неэффективным, в связи с их низкой физико-химической активностью, а применение этих зол требует введения дорогостоящих неорганических вяжущих, таких, как известь или цемент, что в ряде случаев экономически не оправдано.

Заслуживает особого внимания применение для укрепления грунтов химически активных высококальциевых зол от сжигания бурых углей Канско-Ачинского угольного бассейна, которые широко используются в качестве топлива во многих регионах Западной Сибири. Золо от сжигания бурых углей Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа) имеют специфический состав, отличающий их от зол каменных углей, горючих сланцев и бурых углей европейских месторождений страны. Запасы этих зол значительны. Они являются дешевыми отходами широко распространенными в Красноярском, Алтайском краях и Новосибирской области. В этих регионах распространены местные некондиционные грунты с повышенным содержанием пылеватых частиц, что обосновывает необходимость их укрепления.

Имеющаяся информация об использовании зол от сжигания бурого угля при укреплении местных грунтов в Западно-Сибирских регионах свидетельствует о низких физико-механических показателей таких грунтов, а именно недостаточной морозостойкости, что ограничивает их применение в условиях низких температур в зимний период.

Ежегодное увеличение потребности в строительстве автомобильных дорог требует от строителей-дорожников, прежде всего, качественную и дешевую продукцию. Особенно данная проблема актуальна в тех районах, в которых отсутствуют прочные каменные материалы. В данной ситуации стоимость строительства автомобильных дорог возрастает из-за увеличения транспортных расходов, связанных с доставкой строительных материалов. Решением данной проблемы является использование местных материалов – грунтов, укрепленных различными вяжущими. Однако при укреплении грунтов часто используют

дорогостоящие вяжущие материалы (цемент, известь, нефтепродукты и т.д.), которые в свою очередь повышают себестоимость автомобильных дорог.

Наиболее эффективным вариантом в данной ситуации является использование при укреплении грунтов отходов промышленности, обладающих вяжущими свойствами. Одним из таких отходов являются отходы тепловых электростанций – высококальциевые золы уноса.

Проблема очищения атмосферного воздуха и рационального использования природных ресурсов связана с применением в дорожном строительстве золы уноса и шлаков - отходов тепловых электростанций и теплоцентралей (ТЭС и ТЭЦ). По данным Министерства энергетики общий выход золы и шлака на ТЭС составляет миллионы тонн ежегодно.

Из этого следует, что в направлении использования золы уноса и шлаков при строительстве автомобильных дорог и аэродромов в ближайшем будущем предстоит выполнить огромную работу.

Решение этой важной проблемы связано с рассмотрением вопросов, относящихся к эффективному использованию тонкодисперсных зол уноса для укрепления различного вида грунтов и применения их для устройства конструктивных слоев дорожных и аэродромных одежд.

При этом ставится задача применения зол уноса как самостоятельного медленнотвердеющего вяжущего или в сочетании с комплексом в составе грунтовых смесей, в которых грунт после его закрепления играет роль местного дешевого строительного материала.

Таким образом при решении задач, поставленных в данной работе, расширится область применения высококальциевых зол при укреплении грунтов, что в свою очередь позволит значительно сократить затраты на строительство автодорог за счет замены дорогостоящих вяжущих, а также решится проблема утилизации отходов ТЭС.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕБЕНОЧНО – ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА

Покровская К.Ю. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

В настоящее время реализуется программа «Постановление от 5 октября 2012г. №523 об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие сельского хозяйства Алтайского края» на 2013 – 2020г.», которая позволит увеличить производство продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий и повысить рентабельность сельскохозяйственных организаций. Для осуществления этой программы просто необходимо строительство автомобильных дорог переходного типа в регионах Алтайского края.

К переходному типу относят дорожные одежды с покрытиями из щебеночно – песчаной смеси (ЩПС), грунтов и малопрочных каменных материалов, обработанных органическими вяжущими, а также гравийные и щебеночные покрытия. Такие покрытия называют переходными, потому что в дальнейшем, при росте интенсивности движения, эти покрытия будут использоваться в качестве оснований для покрытий капитального типа. Для строительства покрытий переходного типа применяют местные минеральные материалы. При этом гранулометрический состав таких смесей для конструктивного слоя покрытия должны соответствовать С1.

Основными компонентами ЩПС являются песок и щебень (гравий). Песок и щебень смешиваются в соответствующих пропорциях, причем, как правило, доля щебня превышает долю песка. Этот компоненты определяют основные свойства получаемого материала:

- устойчивость к перепадам температур, возможность использования в широком температурном диапазоне;
- прочность к соответствующим нагрузкам;

- низкая цена ЩПС по сравнению с другими материалами.

Основания из щебеночно-песчаных смесей (ЩПС) имеют ряд преимуществ перед аналогичными сооружениями из обычного фракционного щебня:

- упрощенный технологический процесс сооружения основания (планировка, укладка и укатка);

- уплотнение ЩПС одинаково качественное по всей толщине слоя, а не лишь в его верхней части (высокая однородность);

- поверхность основания получается более ровной, что облегчает дальнейшую укладку покрытия;

Покрытия переходного типа можно строить двумя способами: способом заклинки и способом плотных смесей. Рассмотрим способ плотных смесей. Способ заключается в создании плотного покрытия из разнозернистого материала, высыпаемого на основание дороги и тщательно уплотненного. По конструкции щебеночно – гравийно – песчаное покрытие чаще бывает двухслойным на песчаном основании. Основанием может также служить шлак, гравийный и другие местные материалы. Щебень твердых пород не должен быть крупнее 0,85 толщины уплотненного слоя, мягких пород 0,9.

Щебеночно – песчаную смесь С1 доставляют на дорогу в автомобилях самосвалах, а разравнивают либо при помощи распределителя, либо бульдозера или автогрейдера. Во избежание загрязнения, рассыпаемый материал не оставляют уплотненным более 35 дней. Уплотнение слоя начинают от обочины, захватывая их на ширину 20-25 см. Толщина покрытия вместе с основанием зависит от состава и интенсивности движения по дороге, качества щебеночно – гравийно – песчаной смеси и материала, из которого построен дополнительный слой основания. Наибольшая толщина уплотненного слоя зависит также от уплотняющих машин: катками можно уплотнить слой 16-20 см, виброкатками 25-30см.

В Алтайском крае дороги с покрытиями переходного типа имеют широкое применение. Кроме того, для их устройства, соответственно, применяется способ плотных смесей, так как он проще, дешевле и в большинстве организаций имеется необходимое оборудование. Например, за период 2013-2014 года на территории Алтайского края были осуществлены ремонты следующих участков автомобильных дорог:

- Белово - Рожнев Лог - Чернявка в Ребрихинском районе, протяженностью 3325 м. Устройство покрытия переходного типа из щебеночно-песчаной смеси.

- Чарышское - Красноярка (а/д К-13 ) в Усть-Пристанском районе, протяженностью 3000м, с покрытием переходного типа из щебеночно-песчаной смеси.

- Ребриха - Шарчино - Корчино - Завьялово - Ленки – Благовещенка в Ребрихинском районе, протяженностью 4000 метров. Производилось устройство покрытия из щебеночно-гравийно-песчаной смеси.

- восстановлено земляное полотно и дорожная одежда, с покрытием из щебеночно – песчаной смеси, после паводка автомобильной дороги Елиново - Рыбное (К-12) в Солонешенском районе, протяженностью 4250 метров.

Дорожное покрытие – это самый прочный слой дорожного полотна, который принимает основную нагрузку от проходящего транспорта, а также испытывает воздействие мороза, жары, дождя, различных реагентов, которые применяются для уменьшения обледенения зимой. Качественный материал и соблюдение технологий строительства – залог долгой службы полотна и сокращение расходов на его гарантийный ремонт.

Список использованных источников:

1 ГОСТ 25607-2009 - Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

2 Сибирский плюс. Дорожно-строительная компания. Алтайский край, Барнаул, пригороды и окрестности. Официальный сайт <http://sibpolus.ru/>