

Секция СТРОИТЕЛЬСТВО

Подсекция СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО-КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

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

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

Сцепление минерального заполнителя с органическим вяжущим является одним из главных факторов влияющих на долговечность асфальтобетонных покрытий, что особенно актуально в природно-климатических условиях характерного для резко-континентального климата Западной Сибири, характеризующегося знакопеременными температурами весной и осенью. В связи с этим был проведен анализ проблемы повышения сцепления минерального заполнителя с органическим вяжущим, как фактора, влияющего на долговечность асфальтобетонных покрытий.

Для повышения адгезии усиливают активность минеральных материалов и битумов путем введения поверхностно-активных веществ (ПАВ). Кроме того, поверхностно-активные вещества позволяют использовать при приготовлении асфальтобетонов минеральные материалы с повышенной влажностью (до 1%), что особенно важно при строительстве асфальтобетонных покрытий ранней весной и осенью.

Поверхностно-активные вещества облегчают операцию приготовления асфальтобетонных смесей, улучшают их удобоукладываемость и уплотнение. Одним из основных условий применения адгезионных поверхностно-активных веществ является улучшение смачиваемости минеральных материалов битумным вяжущим и увеличение сцепления битума с минеральным материалом. Воздействие этих добавок на адгезионные свойства битума связано с их влиянием на структуру путем увеличения в составе активных полярных групп. Для обеспечения этого условия требуются различные добавки.

В последние годы в России чаще всего используются в дорожном строительстве добавки класса имидозолинов, такие как «Амдор-9» и «Дорос-АП». Также успешно применяется шведская адгезионная добавка Wetfix-BE на основе полиаминов.

Все эти добавки позволяют обеспечить хорошее сцепление битума с поверхностью любых минеральных материалов как кислых, так и основных пород, что способствует повышению физико-механических свойств асфальтобетона. Авторами в лаборатории были подобраны оптимальные количества этих добавок для улучшения качества сцепления битумов со щебнем двух типов – гранитным (кислый) и диоритовым (основной).

По результатам испытаний определены оптимальные количества ПАВ, добавленное в битум для улучшения его сцепления с каменными материалами обоих типов:

- «Дорос АП» - 0,54% от массы битума, как для гранитного, так и для диоритового щебня;

- «Амдор – 9 » - 0,40% от массы битума, как для гранитного, так и для диоритового щебня;

- Wetfix-BE – 0,15% для гранитного и 0,23% для диоритового щебня.

Таким образом, расход добавки Wetfix-BE для получения хорошего сцепления со щебнем почти в два раза меньше, чем - «Амдор – 9» и «Дорос АП». В этом случае следует признать добавку Wetfix-BE наиболее отвечающей требованиям улучшения водостойкости асфальтобетона. Можно сделать следующие выводы:

- применение добавок Wetfix-BE позволяет увеличить адгезию кислым минеральным породам более чем в 3,5 раза по сравнению с исходным битумом без добавок и примерно на 8 – 10% по сравнению с двумя другими испытанными добавками.

- применение адгезионной добавки Wetfix-BE при соответствующем технико-экономическом обосновании может быть рекомендовано для горячего асфальтобетона. Она

более эффективна при небольших дозировках, а хорошее перемешивание асфальтобетонной смеси получается при небольших энергозатратах. [1]

Широко используют битумы модифицированные полимерами (БМП). Степень повышения адгезионной способности битума при введении в него полимера зависит от содержания полимера. При 3% сцепление вяжущего с минеральным материалом в водной среде возрастает на 6 – 11%; при введении 6% этот прирост достигает – 56%, а при 9% - 80 – 84%, и обеспечивает значение сцепления, близкое к 100%.

Совместное использование полимера и ПАВ взаимно усиливает адгезионные свойства битума.

Добавление в битум, содержащий 3% полимера, 0,4 ПАВ позволяет обеспечить тот же уровень сцепления, что и в случае чистого битума, в который введено 0,7% ПАВ. С увеличением содержания полимера степень влияния ПАВ на сцепление БМП уменьшается.

При использовании в качестве модифицирующей добавки аминоклигнина наблюдается улучшение сцепления композиционного вяжущего с минеральными материалами кислых пород, рост прочности асфальтобетона при 20 °С и особенно при 50 °С при оптимальном содержании добавки от 5 до 6 % по массе. Прочность при 0 °С несколько снижается – это благоприятно сказывается на устойчивости асфальтобетона к образованию трещин в зимний период его эксплуатации в покрытии. Применение модифицированного композиционного вяжущего (битум БНД 90/130 и 5 – 6% аминоклигнина), в составе асфальтобетона приводит к увеличению коэффициента длительной водостойкости с 0,66 до 0,96, коэффициента водостойкости – с 0,87 до 1,1; а коэффициента морозостойкости – с 0,61 до 0,93. При дальнейшем увеличении содержания аминоклигнина в композиционном вяжущем теплоустойчивость асфальтобетона, характеризующаяся прочностью при сжатии при 50 °С, возрастает, однако коэффициенты водо – и морозоустойчивости начинают снижаться.

Таким образом, введение в асфальтобетонные смеси в качестве модификатора битума аминоклигнина надежно повышает термостабильность и коррозионную стойкость получаемого материала, что приведет к удлинению срока службы дорожного покрытия приблизительно на 20 - 25 %. [2]

Одним из модификаторов позволяющими существенно улучшить и направленно регулировать свойства дорожных битумов является сера. Испытания, проведенные за рубежом и в России, показали, что сера делает покрытия более устойчивыми к атмосферным воздействиям, более прочными и износоустойчивыми по сравнению с аналогичными без добавок серы.

Авторами были проведены исследования в направлении модификации битума серой в количестве 5% от массы битума. Было изготовлено СБВ в соотношении сера – битум 5 к 95 от массы битума, и на его основе в ЗАО ЦИВССМ был изготовлен сероасфальтобетон (САБ) и испытаны опытные образцы САБ. Результаты испытаний выявили повышение предела прочности при сжатии при 20 °С на 20 %, при 20 °С в водонасыщенном состоянии на 23 %, при 50 °С на 35 % и при 0 °С на 9 %. Таким образом, обработка смеси в соотношении сера – битум 5 к 95 дает положительный эффект, так как кроме химического взаимодействия серы с углеводородами значительно улучшается структура дисперсной фазы. [3]

Известно поверхностно-активное вещество "Бикор" по ТУ 38.507-63-0218-91 улучшающее адгезию битума к кислым горным породам, которое содержит вещества на основе алифатических (С1-С6) или (С7-С13) природных или синтетических кислот и азотсодержащих соединений, представляющих собой смесь алкилимидазолонов, алкилпиперазинов и алкиламиноамидов. Авторами произведена оценка сцепления (адгезии) битума путем определения площади стеклянной пластины, оставшейся покрытой битумом с ПАВ после кипячения, по методу ХАДИ, а также проведена оценка сцепления битума с кислыми горными породами по ГОСТ 11508-74. Данные по сцеплению битума с ПАВ и минеральных материалов показали, что при расходе ПАВ 1,7% от массы битума сцепление по методу ХАДИ составляет 100 % и по ГОСТ 11508-74 с гранитом и кварцевым песком полностью выдерживаются. [4]

Известна адгезионная добавка из отходов химической промышленности – адгезионно – строительная добавка АСД – 2, которая представляет собой слабощелочную пастообразную массу от светло – до темно-коричневого цвета с запахом мыла, содержащую 40-50 % активного вещества. Это термостойкий, негорючий, неагрессивный и экологически безопасный препарат.

АСД – 2 может вводиться в битум или гудрон перед окислением на битумной базе, на поверхность минерального материала до подачи в сушильный барабан или непосредственно в мешалку. Наилучший эффект АСД – 2 проявляет при обработке влажного материала перед подачей в сушильный барабан. Расход АСД – 2 составляет от 3 до 5 % от массы битума, или от 0,23 до 0,25 % от массы минерального материала.

АСД – 2 в 2-3 раза повышает сцепление битума с поверхностью кислых и основных минеральных материалов, что значительно повышает срок службы асфальтобетонных покрытий.

Введение АСД – 2 в битум в количестве от 3 до 6 % повышает его сцепление с минеральной частью, позволяет улучшить адгезионные и низкотемпературные свойства битума.

Улучшение сцепления с минеральными материалами и низкотемпературных свойств битума приводит к росту прочности, водо – , и морозостойкости асфальтобетона.

Лучшие показатели физико-механических свойств асфальтобетона были получены авторами при введении 3 – 4 % АСД – 2 в битум. Увеличение его содержания до 5 % привело к падению прочности, водо – и морозостойкости асфальтобетона. [5]

На основе изложенного материала можно сделать вывод о том, что введение различных добавок позволяет облегчать операцию приготовления асфальтобетонных смесей, улучшать их удобоукладываемость и уплотнение, а также повышать сцепление минерального заполнителя с органическим вяжущим за счет влияния добавок на структуру битума путем увеличения в его составе активных полярных групп. В свою очередь модифицированный битум положительно влияет на физико-механические свойства асфальтобетона и как следствие, увеличивает его долговечность.

На кафедре САДиА разработан способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона, который позволяет количественно оценить показатель сцепления. Данный показатель можно определить с помощью разработанного прибора, который позволит выявить оптимальное соотношение компонентов в комплексной модифицирующей добавке. Данная методика оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфальтобетона запатентована.

Список литературы:

- 1 Худякова Т.С., Розенталь Д.А. и др. Количественная оценка сцепления дорожных битумов с минеральным материалом // Химия и технология топлив и масел. - 1987. - №6.
- 2 Эпштейн Я.В. Рациональное направление использования гидролизного лигнина / Я.В. Эпштейн, Е.И. Ахмина, М.Н. Раскин // Химия древесины. – 1977. - № 6.
- 3 Гераськин В., Журавлев А., Есауленко С. Сероасфальтобетон // Автомобильные дороги. – 2005. - №1.
- 4 Патент RU 2101249 «Применение поверхностно-активного вещества "Бикор" на основе алифатических кислот и азотсодержащих соединений в качестве адгезионной добавки, улучшающей адгезию битума к кислым горным породам».
- 5 Морозов А.И., Шухов В.И. Адгезионная добавка из отходов химической промышленности // Автомобильные дороги. – 1992. - №4.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УСТРОЙСТВА
КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ УКРЕПЛЕННЫХ
ГРУНТОВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Хребто А.О. – ассистент, Меренцова Г.С. - д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Для разработки рациональных технологических параметров при укреплении грунтов проведен комплекс исследований по оценке их свойств, включая химико-минералогический состав и физико-механические свойства.

Установлено, что исследуемые грунты месторождений степных районов Алтайского края относятся к подтипам: песок пылеватый, а также супесь пылеватая и супесь тяжелая пылеватая с числом пластичности $I_p = 4-5$.

Грунты представляют собой многофазную дисперсную систему, в которой твердая фаза состоит в основном из минеральных частиц, а жидкая и газообразная фазы, заполняющие поры, представлены растворами различных водорастворимых солей и газами. При этом минеральные частицы твердой фазы грунта различаются по размерам, форме и составу. Как показали микроскопические исследования [3], эти минеральные частицы имеют в основном кристаллическое строение, имеются также включения аморфных частиц ($SiO_2 \cdot nH_2O$). По минералогическому составу частицы представлены окатанными (65-80%) и остроугольными (20-35%) зернами и обломками кварца, полевых шпатов, слюды и других минералов. Общее содержание кварцевых частиц – 75-85 %, содержание частиц полевого шпата составляет 15-20 %, они в основном имеют остроугольную форму, цвет частиц в основном серый и желтый. Водные алюмосиликаты представлены в основном биотитом, темного цвета (3-5%), а также мусковитом и вермикулитом, соответственно светлые, прозрачные и золотисто-бурые частицы (1-3%). Частицы, размером менее 0,005 мм представлены в основном глинистыми минералами - каолином, монтмориллонитом, гидрослюдами и отличаются разной формой (листочки, чешуйки, пластинки). Поверхности кристаллических частиц имеют неровности размером (0,7 - 500) 10^{-6} мм.

По химическому составу грунты представлены в основном кремнеземом SiO_2 (70 - 85%), находящимся как в связанном, так и в свободном состоянии, глиноземом Al_2O_3 (15 - 28 %), входящим в основном в состав глинистых минералов, а также в небольших количествах оксидами других элементов (железа, кальция, магния, калия, натрия, титана).

Для укрепления грунтов использовались отходы энергетики, обладающие повышенными вяжущими свойствами – высококальциевые золы-уноса от сжигания бурого угля Канско-Ачинского угольного бассейна.

Повышенные вяжущие свойства этих зол обусловлены наличием в них клинкерных минералов (18-35%), которые в основном представлены $\beta-C_2S$, C_2F , CA , C_3A , а также присутствием стеклофазы в условиях известково-гипсовой самоактивизации. Более половины количества клинкерных минералов (10-27%) приходится на долю $\beta-C_2S$. Содержание общего CaO находится в пределах 20-46%, а свободного $CaO_{(своб)}$ - 1,72-12%. [1, 2].

При взаимодействии компонентов исследуемых грунтов и зол в процессе укрепления формируется затвердевающая структура за счет происходящих физико-химических взаимодействий между ними в присутствии воды.

Оптимальное количество воды определялось с учетом достижения максимальной плотности. Количество воды, необходимое для достижения оптимальной влажности определялось на приборе стандартного уплотнения СОЮЗДОРНИИ. Одновременно была определена максимальная плотность зологрунтовой смеси (рисунок 1). Определена математическая модель зависимости плотности смеси (y) от её влажности (x) в соответствии с экспериментальными данными следующая – $y = 1,40464 + 0,177411x - 0,00683036x^2$. Анализ данного графика свидетельствует о том, что оптимальная влажность зологрунта составляет 12 %. Этот показатель должен быть учтен при разработке технического

регламента на устройство конструктивного слоя дорожной одежды из грунта, укрепленного исследуемыми золами-уноса.

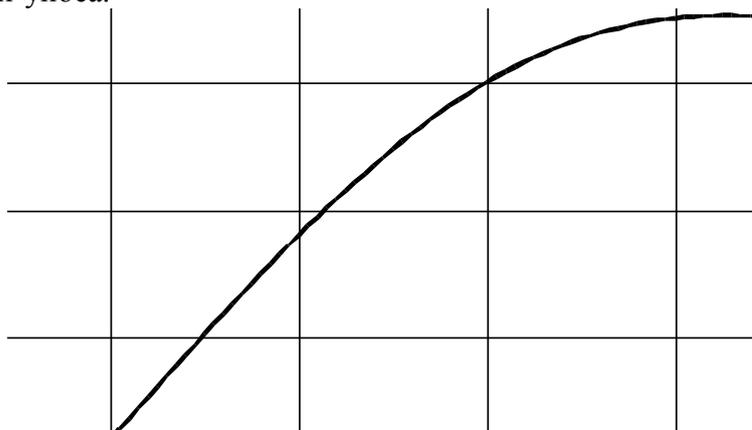


Рисунок 1 – Влияние влажности на плотность зологрунтовой смеси.

При формировании структуры укрепленного грунта происходят процессы, протекающие в коллоидных системах, которые рассматриваются с позиции физической и коллоидной химии на основе теоретических положений о поверхностной энергии вещества на границе раздела фаз.

Физические и физико-химические свойства исследуемых грунтов, как и любых кристаллических тел, определяются поверхностной энергией, которая образуется на поверхности неорганических частиц грунта и золы вследствие энергетической неуравновешенности поверхностного слоя веществ. Величина поверхностной энергии кристалла находится в прямой зависимости от площади его граней, то есть активность грунта зависит, прежде всего, от удельной площади поверхности его частиц, которая определяется количественным содержанием тонкодисперсных (глинистых и коллоидных) фракций.

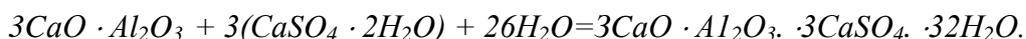
Введение в грунты высококальциевых зол уноса приводит к существенному изменению их физико-механических свойств, особенно грунтов, содержащих глинистые коллоидные частицы. Высококальциевые золы, как показали проведенные исследования, целесообразно применять, так как они проявляют гидратационную активность при твердении после смешивания с водой, при этом происходит реакции гидратации в результате соединения минералов с водой с образованием гидратированных соединений.

Установлено, что твердение зологрунта, является сложным комплексом взаимосвязанных химических, физико-химических и физических процессов. С химической точки зрения твердение представляет собой переход безводных клинкерных минералов (двухкальциевый силикат – C_2S , трехкальциевый алюминат C_3A , четырехкальциевый алюмоферрит – C_4AF) в гидросоединения в результате реакций гидролиза и гидратации, которые начинаются сразу после смешивания золы с грунтом и водой.

В зологрунтовой смеси возникают гидратированные соединения. Двухкальциевый силикат C_2S в процессе гидратации при нормальной температуре образует гидросиликаты, химический состав которых меняется с течением времени. На конечной стадии реакция выражается уравнением:



На гидратацию C_3A сильно влияют сульфаты, которые содержатся в золе, поэтому в присутствии гипса образуется гидросульфалюминат кальция, то есть фазы этtringитового типа:



В связи с наличием в золе свободного оксида кальция происходит его взаимодействие с водой с образованием гидроксида кальция $Ca(OH)_2$ в присутствии которого этtringитовая фаза выделяется сначала в коллоидном виде, затем появляются кристаллы игольчатой формы, которые возникают вблизи зерен C_3A и в межпоровом пространстве. При недостатке гипса образуется моносulfатная форма гидросульфалюмината, имеющая пластинчатое

строение - $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$. Гидратация алюмоферритной фазы проходит аналогично гидратации алюминатов, но медленнее.

При проведении микроскопических исследований установлено, что зологрунт представляет собой весьма сложный конгломерат кристаллических и коллоидных гидратных образований, не прореагировавших еще с водой остатков зерен золы, а также тонкодисперсных воды и воздуха. Для увеличения степени гидратации золы в ходе эксперимента вводилась добавка ускорителя твердения *F-3*.

Наличие в грунтах содержащихся тонкодисперсных тонкоколлоидных частиц позволяет рассматривать их как активную составляющую, оказывающую существенное влияние на процессы гидратации и твердения зольного вяжущего, благодаря способности глинистых частиц к активному химическому и физико-химическому взаимодействию с продуктами гидратации. При этом наибольшую активность проявляют растворимые формы глинозема. Растворимость глинистых минералов повышается с увеличением удельной поверхности, то есть уменьшением размера частиц. Щелочная среда, которая создается благодаря содержанию в золе оксида кальция способствует растворению кремнезема, а при высоких значениях *pH* может влиять и на глинозем.

Глинистые частицы в грунтах выполняют функции центров кристаллизации, что способствует зарождению кристаллов новой фазы при твердении зологрунта. Процессы гидратации в зологрунтах протекают тем интенсивнее, чем выше дисперсность грунта, то есть чем выше содержание глинистых частиц, при этом повышается активность грунта и усиливается влияние на процессы структурообразования зологрунта. Например: показатели прочности при сжатии в 1,16-1,17 раз, а при изгибе в 1,18 выше при использовании суглинистых грунтов по сравнению с песчаными. Практически не наблюдаются процессы трещинообразования в твердеющей структуре.

При разработке оптимальных технологических параметров устройства конструктивных слоев из зологрунтов необходимо учитывать замедленную гидратацию свободного оксида кальция, содержащегося в стеклофазе золы. Уплотнение зологрунта катками необходимо проводить после завершения гидратации $CaO_{св}$, иначе произойдет образование трещин в твердеющей структуре зологрунта. Реакция взаимодействия $CaO_{св}$ с водой проходит с выделением тепла, что создает возможность проконтролировать момент ее завершения. В результате эксперимента была определена кинетика изменения тепловыделения зологрунтовой смеси. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что время начала уплотнения должно быть не ранее 1 часа с момента введения воды в зологрунтовую смесь. С учетом происходящих физико-химических процессов установлены оптимальные технологические параметры по показателям влажности укрепляемых грунтов и рациональному интервалу их уплотнения.

Таким образом, учет и корректировка технологических особенностей при строительстве конструктивных слоев дорожных одежд из укрепленных грунтов должны осуществляться с детальным анализом химико-минералогического состава применяемых грунтов и вяжущих, который существенно влияет на процессы структурообразования, проходящих в укрепляемых грунтах.

Список литературы:

1. Балахнин М.В., Меренцова Г.С. О вещественном составе и физико-химической активности золы бурого угля Канско-Ачинского бассейна./ Изв. вузов Сер. Строительство и архитектура. -1974. - №6. с.84-90;
2. Меренцова Г.С. Классификационные признаки и деструктивные показатели зол бурых углей Канско-Ачинского бассейна// Экология и прогрессивные технологии в строительстве для условий Сибири и Севера. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ. 1993. с. 49-56.
3. Безрук В.М. Укрепленные грунты. М: Транспорт. 1982. 231 с.

ПОДГОТОВКА МАГИСТРОВ ПО ПРОГРАММЕ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И
УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ» В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО
ПРОЕКТА ТЕМПУС №516888

Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор, Строганов Е.В. – старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В рамках международного проекта ТЕМПУС №516888 кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» участвует совместно со странами Европейского союза в реализации подготовки магистров по профилю «Проектирование и управление автомобильными дорогами».

Главной целью проекта Темпус является повышение качества и значимости образования в Российской Федерации в сфере «Проектирования дорог и Управления», которое достигается использованием улучшенных учебных программ с учетом Европейского опыта в соответствии с Болонским процессом. Проект предусматривает разработку новой программы, отвечающей требованиям дорожной отрасли РФ, и будет способствовать повышению трудоустройства выпускников университета, а также позволит осуществить сравнение уровня квалификации профессорско-преподавательского состава, материальной базы, организацию учебного процесса в вузах России и партнерских университетах европейских стран, показать необходимость гармонизации содержания и методики обучения с европейскими моделями.

С учетом учебного плана, предлагаемого Европейским союзом, разработан и утвержден в настоящее время рабочий учебный план, который соответствует требованиям Министерства образования и науки Российской Федерации. Это сделано для того, чтобы будущие выпускники магистратуры имели возможность получить диплом магистра по программе «Проектирование и управление автомобильными дорогами» государственного образца.

В разрабатываемую программу включены новые профессиональные дисциплины, связанные с современными проблемами проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, а также с безопасностью дорожного движения.

Наряду с изучением фундаментальных теоретических вопросов, предусматривается анализ современных подходов к проектированию дорог с учетом последовательности проектирования, а также применения трехмерного проектирования. При этом уделяется внимание эстетическим критериям проектирования дорог, проектированию и строительству дорог в сложных природных условиях, с учетом геологических, гидрологических и климатических факторов.

Учебным планом предусмотрено рассмотрение рациональных путей по оптимизации факторов видимости при назначении основных геометрических элементов дороги, а также рассмотрение вариантов оптимизации расположения искусственных сооружений в плане при геометрическом проектировании трассы автомобильной дороги. Процесс обучения предусматривает изучение вопросов по обеспечению безопасности дорожного движения с учетом системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда».

При обучении магистров значительное внимание уделяется анализу состояния и расчету дорожных покрытий и их ремонту с применением современных технологий и выбору оптимальных направлений восстановления автомобильных дорог путем капитального ремонта или реконструкции. При этом расчет дорожных покрытий выполняется с использованием современного программного обеспечения.

Для совершенствования учебного процесса подготовки магистров активно внедряются современные информационные технологии с использованием ГИС. С помощью ГИС возможно накопление пространственных и описательных данных об объектах дорожно-транспортной инфраструктуры.

В настоящее время для реализации проекта Темпус №516888 «Проектирование и управление автомобильными дорогами» создана экспериментальная группа. Проводятся

занятия с магистрами профессорско-преподавательским составом кафедры «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» по модулям учебного плана первого и второго семестров (рисунок 1).

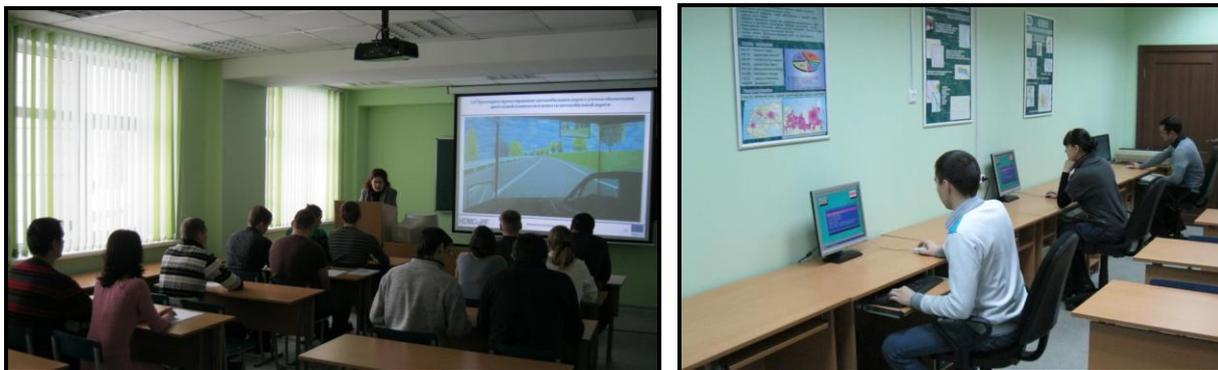


Рисунок 1 – Учебный процесс магистров экспериментальной группы

При проведении занятий используются учебные материалы и разработки как полученные при повышении квалификации зарубежом на семинарах в Неаполе и Стокгольме, так и профессорско-преподавательского состава АлтГТУ.

В рамках реализации программы подготовки магистров по проекту «Проектирование и управление автомобильными дорогами» предусматривается прохождение студентами 2-х научно-исследовательских практик, целью которых является овладение магистром методикой проведения научно-исследовательских работ по направлению подготовки в соответствии с профилем. Результаты научно-исследовательской практики используются при подготовке магистерской диссертации.

Для выполнения магистерской диссертации необходимо ориентироваться в методологии проведения научных исследований для осуществления анализа полученных результатов при применении комплексных методов оценки оптимизации проектирования, строительства и эксплуатации транспортных сооружений и автомобильных дорог. При этом должны быть изучены современные методы экспериментальных исследований по оценке физико-механических и деформативных свойств дорожных конструктивных слоев. Необходимо обучение правильному проведению анализа по выявлению дефектов земляного полотна и дорожной одежды с определением эффективных научно-технических решений для их устранения. Изучение этих вопросов позволит выявить эффективные пути повышения устойчивости земляного полотна, а также повышения трещиностойкости и долговечности дорожных покрытий с оценкой физико-химических факторов, влияющих на их деструкцию.

Таким образом, реализация проекта «Проектирование и управление автомобильными дорогами» направлена на дальнейшее продвижение процесса взаимодействия и интеграции с производственными профессиональными организациями и отражает их потребности в разрабатываемых учебных планах и программах. Будущие магистры получают от этого пользу, потому что они будут находиться в контакте с реальными потребностями организаций дорожной отрасли, повышая тем самым возможность своего трудоустройства.

ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА

Алещенко В.А. – студент, Ивлев Ю.В., Меренцова Г.С. – д.т.н.

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

В настоящее время в России доминирующими среди типов покрытий автомобильных дорог являются асфальтобетонные, фактические сроки службы которых зачастую ниже нормативных. Одной из основных причин преждевременного разрушения асфальтобетона в покрытии является образование трещин в процессе эксплуатации дорог. Трещины не только снижают несущую способность дорожной одежды, но и являются очагом для развития деформаций и разрушений покрытий автомобильных дорог.

На степень трещиностойкости асфальтобетонных покрытий оказывает влияние состав и разновидность асфальтобетона. К основным характеристикам его состава относятся: количество минеральной смеси, фактическое отношение количества битума к минеральной части и, в особенности, к количеству минерального порошка, крупность зерен в минеральной смеси. В настоящее время в верхние слои покрытия для увеличения их транспортно-эксплуатационных характеристик активно вводят различные модифицирующие добавки. Наиболее распространены добавки, применяющиеся в строительстве асфальтобетонных покрытий, на основе полимеров и поверхностно-активных веществ (ПАВ). При этом существует две технологии улучшения асфальтобетонов:

- изменение свойств битумов путём добавления модификаторов;
- непосредственное введение в смеситель специальных добавок.

При добавлении полимерной добавки непосредственно в смеситель незначительно увеличивается её количество. Это обусловлено тем, что при добавлении к минеральной части модифицированного битума полимер равномерно распределяется по всей смеси при требуемой толщине плёнки вяжущего. Для достижения того же эффекта непосредственно в смесь требуется вводить большее количество полимера. Тем не менее следует учитывать, что увеличение расхода модифицирующей добавки в значительной мере окупается простотой модернизации асфальтобетона (не требуется дорогостоящее оборудование для модификации битума). Следовательно наибольший интерес из-за своей универсальности представляют именно такие добавки.

С точки зрения соотношения цена-качество особое внимание было уделено добавке «Duroflex». Данная добавка представляет собой смесь термопластичных и термореактивных полимеров, а также целлюлозных волокон. Что делает её не только эффективной, но и функциональной.

На основе испытаний проводимых Центром научных исследований и испытаний дорожно-строительных и гидроизоляционных материалов г. Минск, Беларусь, можно сделать некоторые выводы.

Возможность применения добавки «Duroflex» исследовалось на основе сравнения с дивинилстирольным термоэластопластом (ДСТ). Для сравнительной оценки были изготовлены экспериментальные составы, один на основе добавки «Duroflex», а другой на основе ДСТ.

Добавка «Duroflex» применялась в количестве 5, 10 и 15%, от массы битума (БНД 60/90). Добавка ДСТ применялась в количестве 2, 3,5 и 5% от массы битума (БНД 60/90). В результате исследований определялись следующие показатели:

- модуль упругости при температуре -10°C ;
- динамический модуль упругости при температуре -10°C ;
- вязкость по модели Кельвина-Фойга при температуре -10°C ;
- вязкость по модели Максвела при температуре -10°C .

Модификация битума приводит к изменению его свойств. При применении «Duroflex», в большей степени, по сравнению с ДСТ, повышаются характеристики сдвигоустойчивости (угол внутреннего трения и внутреннего сцепления) и температурной трещиностойкости.

Применение добавки «Duroflex» при введении в смеситель весьма эффективно, повышается коэффициент запаса прочности и уровень надёжности асфальтобетона.

Также одной из добавок на основе полимеров являются модификаторы «Plasten», которые представляет собой гранулированные полимерные компаунды различного состава, полученные на основе промышленных полимеров. Модификаторы характеризуются следующими свойствами:

- термопластичность, то есть способность переходить в расплав при повышенных температурах, что важно для качественного совмещения модификатора с минеральным наполнителем и битумом при приготовлении асфальтобетонной смеси;
- низкой температурой стеклования (менее -40°C), что позволяет придать асфальтобетону необходимую морозостойкость и трещиностойкость;
- хорошей растворимостью в битуме, что обеспечивает получение однородной асфальтобетонной смеси;
- высокой адгезией к минеральному наполнителю.

Модификаторы «Plasten» могут вводиться как при приготовлении полимерно-битумного вяжущего, так и на стадии смешения минеральных компонентов асфальтобетонной смеси, что позволяет сократить продолжительность процесса приготовления асфальтобетона, его трудоемкость и энергозатраты.

Укладка и уплотнение полимерасфальтобетона с применением модификаторов «Plasten» не отличается от традиционной технологии, температура уплотнения смеси составляет $140-160^{\circ}\text{C}$.

По результатам испытаний, проведённых Башкирским государственным университетом, можно сделать следующие выводы о влиянии модификатора «Plasten» на свойства асфальтобетона. Количество модификатора варьировали в пределах $0,4-0,5\%$ от массы смеси.

Экспериментальные результаты показали, что асфальтобетонные смеси, содержащие модификатор «Plasten», по сравнению с обычным асфальтобетоном характеризуются:

- пониженным (на $30-32\%$) пределом прочности при сжатии при 0°C , что важно при эксплуатации автодорожного покрытия при низких температурах (в зимнее время);
- более высоким (на $15-20\%$) пределом прочности при сжатии при 50°C , что увеличивает устойчивость дорожного покрытия при эксплуатации при повышенных температурах (в летнее время);
- повышенным (на $18-20\%$) показателем сцепления при сдвиге;
- более высоким (на $10-15\%$) показателем трещиностойкости, что способствует увеличению срока эксплуатации дорожного покрытия;
- повышенным (на $8-10\%$) пределом прочности при расколе;
- пониженным (на $30-35\%$) водонасыщением, что позволяет увеличить усталостную долговечность асфальтобетона.

Таким образом, введение модификаторов «Plasten» в составе асфальтобетона приводит к заметному повышению его основных физико-механических характеристик (таких как трещиностойкость, предел прочности, сдвигоустойчивость), что позволяет улучшить транспортно-эксплуатационные свойства автодорожных покрытий, повысить срок их службы.

Использование модификаторов «Plasten» в производстве асфальтобетонов для дорожного строительства экономически обосновано, так как наряду с повышением качества и долговечности автодорожного покрытия существенно упрощается технология введения полимера в асфальтобетон и снижаются затраты на его производство.

Также помимо введения добавок существуют другие способы улучшения свойств асфальтобетонов, одним из которых является армирование.

Эффективность армирования покрытий основана на двух основополагающих моментах:

- перераспределение вертикальных нагрузок, перевод их в горизонтальную плоскость;
- восприятие напряжений, возникающих от температурных деформаций.

1) Армирующая прослойка позволяет перераспределить нагрузку от транспорта на большую площадь, увеличить несущую способность дорожного покрытия, предотвратить появление усталостных трещин, колеиности, полос наката и волн.

2) Геосетка принимает на себя растягивающие напряжения, которые для асфальтобетона, в силу его физико-механических свойств, наиболее опасны, не позволяя появляться температурным трещинам и отражённым трещинам.

АРМДОР - это геосетка, производимая из алюмоборосиликатного стекловолокна методом склейки. Геосетки АРМДОР предназначены для армирования асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов с целью усиления покрытий и предотвращения образования трещин и колеиности.

В силу своей природы, стекловолокно имеет одинаковый с асфальтобетоном температурный коэффициент деформации и поэтому не отслаивается, в отличие от синтетических волокон. Стеклопластики не меняют своих свойств в широчайшем диапазоне температур, что очень важно для России с выраженным континентальным климатом.

В дальнейшем хотелось бы апробировать вышеперечисленные добавки для выявления оптимального состава в условиях резко континентального климата Западной Сибири.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА С БИТУМОМ В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Гончар Р.С.-студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

Минеральный порошок в асфальтобетоне заполняет пустоты песчано-щебеночного каркаса и повышает плотность минерального остова, а также превращает нефтяной битум в прочное асфальтовое вяжущее вещество.

Для успешного выполнения этих функций минеральный порошок должен обладать следующими свойствами:

- при смешивании с битумом не должен комковаться и образовывать агрегаты;
- сцепление битума с поверхностью зерен минерального порошка должно быть настолько прочным, чтобы вода не отслаивала битум в течение всего нормативного срока службы асфальтобетона в покрытии;
- физико-химическое взаимодействие между поверхностью зерен минерального порошка и битумом должно быть достаточно сильным для ориентации молекул в тонком слое битума, однако при этом порошок не должен ускорять процесс старения битума;
- содержание минерального порошка в смеси должно быть предельно минимальным, необходимым для достижения асфальтобетоном нормативной плотности и прочности.

Своеобразие порошка в минеральной смеси выражается в том, что его высокодисперсные частицы выступают в роли активных адсорбентов и структурных центров. Подобно другим адсорбентам с высокоразвитой поверхностью, минеральный порошок, употребляемый в асфальтовом бетоне, показывает крутые изотермы адсорбции и большие пределы адсорбционного насыщения. Проявление этих свойств обуславливается минералогическим, кристаллографическим и гранулометрическим составами порошков. Адсорбционную способность порошка можно в определенных пределах регулировать также дисперсностью. Шероховатость и пористость также повышают сорбционную емкость порошков. По энергетической способности могут быть выделены:

а) группа минеральных порошков с высоким положительным потенциалом и большим количеством адсорбционных центров в виде катионов Ca^{+2} , Mg^{+2} на поверхности частиц — кальцит, доломит, известняк;

б) группа минеральных порошков с высоким потенциалом отрицательного знака и значительным количеством адсорбционных центров на поверхности частиц в виде ионов кислорода O^{-2} — кварц, каолинит, кремень, гранит, трахит, вулканический туф;

в) группа минеральных порошков с пониженным потенциалом отрицательного знака в связи с наличием на поверхности частиц компенсирующих катионов различной валентности K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+S} и др.— полевые шпаты, мусковит, и особенно роговая обманка, авгит, асбест, габбро, диабаз и др.;

г) группа минеральных порошков с преимущественно нейтральной поверхностью частиц — тальк, графит и др.

Минеральный порошок в основном выполняет функции своеобразного «подкладочного», материала с помощью которого наибольшая часть битума переводится в пленочное состояние.

Порошок увеличивает поверхность контактирования между зернами, повышает теплостойкость битума и асфальтового бетона, уменьшает тепловое расширение вяжущего вещества, так как у чистого битума оно в 3—4 раза больше, чем у горных пород, уменьшает скольжение при торможении транспорта, увеличивает вяжущие (адгезионные) и механические свойства битума, увеличивает плотность минеральной смеси и асфальтового бетона, особенно необходимую при гидротехническом строительстве. Эти специфические особенности минерального порошка достаточно полно проявляются при взаимодействии его с органическими вяжущими материалами, т. е. в процессе перемешивания асфальтобетонной массы.

Прочность «склеивания» минеральной части асфальтового бетона с битумом будет иметь место при оптимальной тонкости битумной пленки. Эта тонкость битумной пленки и создается введением в состав асфальтобетонной смеси минерального порошка. Образование микропористой структуры благодаря применению минерального порошка способствует тому, что битум, находясь в тонких прослойках и мелких порах, попадает в область влияния молекул поверхностного слоя минеральной части. Структура асфальтовяжущего вещества может быть представлена как система, в которой частицы минерального порошка являются узлами, адсорбирующими асфальто-смолистые составляющие битума и обеспечивающие взаимное сцепление компонентов между узлами находятся масла, играющие роль смазки.

Большое значение минерального порошка проявляется в его стабилизирующем действии на битум, в результате чего свойства битума менее изменяются под влиянием температуры, а теплоустойчивость асфальтовяжущего вещества повышается.

Назначение битума состоит, в первую очередь, в соединении (склеивании) минеральных составляющих асфальтового бетона. Кроме того, битум обволакивает минеральные частицы тонкой битумной пленкой и, заполняя пустоты между ними, препятствует проникновению влаги в асфальтовый бетон, придавая минеральным частицам гидрофобные свойства.

В процессе присоединения битума свободная поверхностная энергия минеральной части уменьшается, при этом образуется новая поверхность раздела: минеральный материал - битум, вместо минерального материала -воздуха.

Процесс физической адсорбции (поглощение битума поверхностью минеральных составляющих асфальтового бетона) связан с изменением величины свободной поверхностной энергии, которая может быть определена величиной поверхностного натяжения.

Из физической химии известно, что с увеличением свободной поверхности энергии на границе раздела присоединяемых материалов увеличивается адсорбционная способность, а значит и степень сцепления битума с минеральным материалом. В результате процесса адсорбции происходит снижение величины поверхностного натяжения.

При взаимодействии битумов и минеральных порошков, обладающих высоким потенциалом отрицательного знака и значительным количеством адсорбционных центров на поверхности частиц в виде ионов кислорода O^2 , происходит наименьшее снижение полярности фаз в битумо-минеральной системе. Порошки данной группы при контакте с битумом вызывают явление отрицательной адсорбции. Их роль ограничивается механическим заполнением микро-полостей битумной пространственной сетки. Пленки битума очень слабо удерживаются на поверхности частиц единичными «анкерами». Жидкие

компоненты битума либо совсем не поглощаются, либо поглощаются незначительно дефектами поверхности и порами частиц, что способствует образованию высокопластичных и подвижных структур с пониженной прочностью.

При применении порошков с пониженным потенциалом отрицательного знака в связи с наличием на поверхности частиц компенсирующих -катионов различной валентности: K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} и других, сорбционный процесс в системе минерал — битум несколько активизируется. Битумные пленки удерживаются на поверхности частиц сравнительно большим количеством положительных центров адсорбции. С повышением валентности катионов прочность плотных битумо-минеральных систем также возрастает.

При активированных минеральных порошках, если во время их изготовления был принят избыточный процент поверхностноактивных веществ, может иметь место в битумо-минеральной дисперсной системе отрицательная (инактивная) адсорбция. Вследствие этого явления битум обогащается битумофильным поверхностно-активным веществом.

При определении качества минеральных порошков особое значение отводится выявлению их кристаллохимических особенностей при взаимодействии с битумами. Кристаллохимическая характеристика порошка определяется совокупностью химического состава, кристаллического строения и величиной энергетического потенциала, проявляющегося в процессе селективного смачивания и адсорбции компонентов битума на поверхности частиц порошка. Эта совокупность свойств представлена как механическая активность минерального порошка. Количественно она может быть выражена посредством любого показателя структурно-механических свойств — предела текучести, вязкости и т. п. Величина механической активности порошка физически выражает удельную прочность или другую удельную характеристику структурно-механических свойств битумо-минерального материала.

Список литературы:

1.ГОСТ Р 52129-2003 “Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей”

2.И.А. Рыбьев “Асфальтовые бетоны”. Учебное пособие для строительных вузов Москва Высшая школа 1969г.

3.Г.К Сюньи “Асфальтовый бетон” Киев: Государственное издательство технической литературы УССР, 1956. – 206с.

4. <http://www.asphalt.ru>

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТА ЧЕРЕЗ р. МАРУШКА В ЦЕЛИННОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

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

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

Малые мосты и трубы – применяются при строительстве автомобильных дорог. Количество их составляет около 90% общего количества искусственных сооружений. Поэтому строительства малых мостов и труб имеет важное значение.

В настоящее время на строительстве дорог широко применяют типовые сборные железобетонные балочные мосты с опорами на естественном основании или на свайных фундаментах. Строят их индустриальным поточно-скоростным методом при максимальной комплексной механизации работ.

Элементы сборных конструкций изготавливают на объекты по железным или автомобильным дорогам в условиях Алтайского края, изготавливаются на Новоалтайском заводе мостовых конструкций и доставляют по железным или автомобильным дорогам.

Строительство малых искусственных сооружений оказывает существенное влияние на ход строительства дороги.

Мост через р. Марушку находится в Целинном районе на автомобильной дороге Р366 «Бийск - Мартыново - Кузедеево - Новокузнецк» (автотрасса Р366) - регионального значения.

Протяженность дороги- 286 километров.

Категория дороги-III

Параметры моста следующие:

Габарит моста- Г-11,5+2Тх1,0м

Длина моста- 41,15 м.

Площадь моста- 597,5

Схема моста-2пр х 18,0м

Расчетные нагрузки- А14, НК-102,8

Отверстие моста рассчитано на пропуск расхода реки 1% ВП. Расчет отверстия выполнен по методу Лиштвана. При отверстии моста в свету 28,06м, расчетной скорости течения 0,64 м/с и расчетном расходе 42,9 м³/с коэффициент общего размыва равен 1,7. Глубина воронки местного размыва составляет 0,68 м.

Мост расположен в плане на прямой, в продольном профиле мост расположен на уклоне 50/00. В поперечном сечении пролетное строение скомпоновано из 9 балок. Опирание балок предусмотрено на подферменники переменной высоты.

Опоры моста – свайные двухрядные запроектированы применительно к типовому проекту серии 3.503.1-79. Конструкция сборных железобетонных свай длиной 17м и 20м сечением 0,35х0,35м разработана индивидуально применительно к типовому проекту серии 3.500.1-1.93.

Поверху сваи объединены монолитными железобетонными насадками. Объединение свай с насадками выполняется при бетонировании насадок. Монолитные насадки и сборные железобетонные шкафные стенки запроектированы применительно к типовому проекту 3.503.1-79 с корректировкой толщины защитного слоя бетона согласно актуализированной редакции СНиП 2.05.03-84* СП. 35.13330.2011. «Мосты и трубы».

Конструкция проезжей части принята двухскатного профиля. Поперечный уклон проезжей части 200/00 достигается подферменниками переменной высоты.

Согласно ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правило применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» определен необходимый уровень удерживающей способности ограждения. Минимальная высота ограждения на мосту с тротуарами шириной 1,0м -0,75м.

Ограждением проезжей части на мосту служит металлическое барьерное ограждение по ТУ 5216-063-01393697-2006 ОАО КТЦ «Металлоконструкция» типа 11МО-0,75/1,0-250/0,48.

Предложено асфальтобетонное покрытие проезжей части со следующими конструктивными слоями: асфальтобетон- 80 мм; защитный слой- 60 мм; гидроизоляция- 5 мм; выравнивающий слой- 35 - 95 мм.

Отвод воды с проезжей части моста обеспечивается продольным уклоном вдоль барьерного ограждения от конца к началу моста. Далее вода поступает по лоткам на обочинах дороги и на откосах насыпи в колодцы-сборники. Отвод воды с поверхности тротуара обеспечивается за счет продольного уклона вдоль металлического швеллера.

В покрытии применяется горячий асфальтобетон типа Б марки II, укладываемый в 2 слоя по 40 мм каждый.

Бетон защитного слоя армируется сварной сеткой по ГОСТ 23279-85. При устройстве защитного слоя применяется мелкозернистый тяжелый бетон класса В30 с водонепроницаемостью W6, F300.

В качестве гидроизоляции используется рулонный гидроизоляционный материал «техноэластмост Б» по ТУ 5774-004-1795162-2003, укладываемый в один слой.

Выравнивающий слой под гидроизоляцию предусмотрен из мелкозернистого бетона В30, W6, F300. Перед укладкой выравнивающего слоя поверхность плиты балки пролетного строения обрабатывается в соответствии с требованиями ВСН 85-68*.

Конструкция деформационных швов с металлическим окаймлением разработана применительно к типовому проекту серии 501-5 инв. №384/11.

Сопряжение моста с насыпью подходов принято применительно к типовому проекту серии 3.503.1-96 полузаглубленного типа, длина переходных плит – 6 м.

Переходные плиты опираются одним концом на прилив шкафной стенки, другим – на щебеночную подготовку, при этом лежень, как таковой, отсутствует, а роль лежня выполняет омоноличенная часть переходных плит. Для омоноличивания торцов плит переходные плиты выполняются с выпусками арматуры длиной 0,5м. Омоноличивание переходных плит по арматурным выпускам ведется по всей ширине проезжей части. Щебеночная подушка устраивается по способу заклинки с тщательным уплотнением. Нижний слой толщиной 5 см втрамбовывается в грунт.

Обочины на сопряжении укрепляются асфальтобетоном толщиной 4 см.

Насыпь за опорами должны быть отсыпаны из дренирующего грунта (песок, карьер Чесноковский) с тщательным послойным уплотнением, обеспечивающим коэффициент уплотнения не менее 0,98. Коэффициент фильтрации после уплотнения должен быть не менее 2 м/сут.

Откосы за опорами и конуса укрепляются бетонными плитами размером 1,0х1,0х0,16м по слою щебня толщиной 10 см.

Последовательность строительства:

Сооружение опор моста, забиваются сваи с помощью дизель-молота С-1047 на базе крана РДК-250.(забивка нижней сваи; соединение верхней и нижней сваи; окончательное погружение).

Следующим этапом является разбивка голов сваи и устройство монолитных насадок. Размер насадок 1,9*14,7*0,4 м.

Для бетонирования применяют бетон гидротехнический, класс прочности В 27,5, по морозостойкости F300, по водонепроницаемости W6.

Опалубка крепится сквозными тяжами (деревянные щиты). Насадку армируют заранее подготовленным каркасом.

После застывания насадок заливают подферменники. После достижения бетоном подферменников 70% прочности, производится монтаж балок пролетного строения.

После монтажа балок пролетного строения, их объединяют. Арматурные выпуски отчищают и сваривают. За этим устанавливают опалубку и омоноличивают.

Когда балки готовы устраивают деформационные швы. Устанавливают компенсатор по всей длине пролетного строения, в компенсатор устраивают пористый жгут «Гернит-П».

Устройство проезжей части начинается с работ по устройству выравнивающего слоя. Следом за ним гидроизоляционного слоя и после защитного.

Гидроизоляция Техноэластмост Б, устраивается от краев к центру с перекрытием по длине 5см. и ширине 10см.

Устройство сопряжения моста с насыпью. Работы по сопряжению заключаются в монтаже шкафных стенок и открылков. Переходные плиты длиной 6 м. монтируются краном КС-5479 на подушку из щебня.

Для устройства подъездов к мосту отсыпают насыпи высотой до 6 м.

Следующий этап устройства обстановки дороги.

Заключительный этап:

- демонтаж временных знаков;
- разборка объездной дороги;
- демонтаж временных труб;
- разбор строительной площадки;
- рекультивация земли;

По окончании этого этапа проезд транспортных средств осуществляется по новому мосту.

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИ РАСЧЕТЕ РАМ

Жуков А.В. – студент, Калько И.К. – к.т.н., доцент

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

Обеспечение устойчивости равновесия конструкций наряду с обеспечением прочности и жесткости является важнейшим этапом их проектирования. На фоне роста популярности технологий строительства, основанных на применении элементов тонкостенного поперечного сечения и повышенной гибкости решение вопроса обеспечения устойчивого равновесия конструкций становится особенно актуальным.

В настоящей статье изложена методика составления и решения уравнения общей устойчивости в общем виде для рамы, изображенной на рисунке 1.

Результатом решения уравнения станут выражения для определения критических сил P_1 , P_2 и P_3 , значения которых зависят от геометрических и жесткостных характеристик рамы при выбранных условиях закрепления.

В решении использован известный метод перемещений.

Изложенная методика прежде всего применима к системам физически и геометрически линейным, стержни считаются несжимаемыми и нерастяжимыми, а расчетная схема – геометрически идеализированной.

Основная система метода перемещений приведена на рисунке 2.

Уравнение устойчивости (1) представляет собой приравненный к нулю определитель матрицы внешней жесткости рамы и характеризует потерю общей устойчивости при введении в основную систему минимально необходимого количества связей и местной устойчивости при увеличении количества введенных связей [1].

$$\begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots \\ r_{21} & r_{22} & \dots \\ \dots & \dots & r_{nn} \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

где $r_{i,j}$ – реакция i -ой связи от j -ого перемещения;
 n – число наложенных связей.

Число минимально необходимых связей (неизвестных системы метода перемещений) определяется суммой возможных угловых и линейных перемещений ее узлов и для рассматриваемой рамы равняется трем.

Реакции связей определяются по единичным эпюрам, в которых ординаты для сжатоизогнутых стержней описываются известными трансцендентными функциями $\varphi_1(v_k)$, $\varphi_2(v_k)$, $\varphi_3(v_k)$, $\varphi_4(v_k)$, $\eta_1(v_k)$ и $\eta_2(v_k)$, зависящими от соответствующих коэффициентов продольной силы v_k . Функции и выражение для определения коэффициента v_k приведены в формулах (2..8)[1].

$$\varphi_1(v_k) = \frac{v_k^2 \cdot \tan v_k}{3 \cdot (\tan v_k - v_k)} \quad (2)$$

$$\varphi_2(v_k) = \frac{v_k \cdot (\tan v_k - v_k)}{8 \cdot \tan v_k \cdot \left(\tan \frac{v_k}{2} - \frac{v_k}{2} \right)} \quad (3)$$

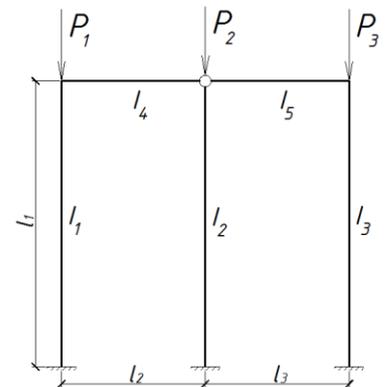


Рисунок 1 – Расчетная схема рассматриваемой рамы

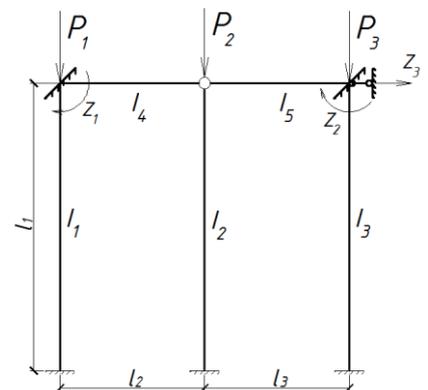


Рисунок 2 – Основная система

$$\varphi_3(v_k) = \frac{v_k \cdot (v_k - \sin v_k)}{4 \cdot \sin v_k \cdot \left(\tan \frac{v_k}{2} - \frac{v_k}{2} \right)} \quad (4)$$

$$\varphi_4(v_k) = \varphi_1\left(\frac{v_k}{2}\right) \quad (5)$$

$$\eta_1(v_k) = \frac{v_k^3}{3 \cdot (\tan v_k - v_k)} \quad (6)$$

$$\eta_2(v_k) = \eta_1\left(\frac{v_k}{2}\right) \quad (7)$$

$$v_k = l_k \cdot \sqrt{\frac{P_k}{E_k \cdot I_k}} \quad (8)$$

где k – номер элемента, для которого записывается параметр v ;

l_k – длина соответствующего элемента;

P_k – продольная сила, приложенная к соответствующему элементу;

E_k – модуль упругости соответствующего элемента;

I_k – момент инерции соответствующего элемента.

Таким образом, видно, что уравнение (1) в конце концов представляет собой сложное трансцендентное уравнение с несколькими неизвестными, корнями которого являются искомые в данной работе критические силы P_k .

Поскольку уравнение имеет более чем одну неизвестную, для его решения становится необходимым ввести достаточное количество дополнительных условий, которыми являются зависимости приложенных нагрузок друг от друга. Обычно эти зависимости нагрузок на раму друг от друга являются известными при проектировании с этапа сбора нагрузок. Отметим, что дополнительные условия нужны только при определении общей устойчивости конструкции, при рассмотрении же местных устойчивостей отдельных элементов количество неизвестных сводится к одному (так как не относящиеся к рассматриваемому элементу реакции вырождаются в нуль).

В рассматриваемой раме (рисунок 1) сжатоизогнутыми стержнями являются стержни 3, 4 и 5. Для определения общей устойчивости рамы примем: $I_1 = 3 \cdot I$, $I_2 = 2 \cdot I$, $I_{3,4,5} = I$; $E_{1,2,3,4,5} = E$; $l_{1,2,3} = l$; $l_{3,4} = 0,5 \cdot l$; $P_1 = P$, $P_2 = 2 \cdot P$, $P_3 = 3 \cdot P$. Тогда коэффициенты продольных сил

$$\text{принимают вид: } v_1 = l \cdot \sqrt{\frac{P}{E \cdot 3 \cdot I}}, v_2 = l \cdot \sqrt{\frac{P}{E \cdot I}}, v_3 = l \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot P}{E \cdot I}}.$$

Следующим этапом является определение коэффициентов (реакций связей) r_{ij} по единичным эпюрам. Построение единичных эпюр осуществляется на основе таблиц [1] и в настоящей статье не рассматривается. Реакции r_{ij} :

$$r_{11} = 12 \cdot \frac{E \cdot I}{l} \cdot \varphi_2(v_1) + 18 \cdot \frac{E \cdot I}{l}; \quad r_{12} = 0; \quad r_{13} = -18 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2} \cdot \varphi_4(v_1);$$

$$r_{21} = 0; \quad r_{22} = 4 \cdot \frac{E \cdot I}{l} \cdot \varphi_2(v_3) + 6 \cdot \frac{E \cdot I}{l}; \quad r_{23} = -6 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2} \cdot \varphi_4(v_3);$$

$$r_{31} = r_{13}; \quad r_{32} = r_{23}; \quad r_{33} = 36 \cdot \frac{E \cdot I}{l^3} \cdot \eta_2(v_1) + 6 \cdot \frac{E \cdot I}{l^3} \cdot \eta_1(v_2) + 12 \cdot \frac{E \cdot I}{l^3} \cdot \eta_2(v_3).$$

Из полученных выражений для r_{ij} следует составить уравнение устойчивости (1), решение которого вручную представляет повышенную сложность даже с применением таблиц значений включенных в уравнение трансцендентных функций, так что рациональным является применение ЭВМ и, в частности, расчетного комплекса MathCAD, на примере которого будет показан вариант полуавтоматического решения такого уравнения устойчивости.

Уравнение устойчивости для рассматриваемой рамы имеет вид:

$$\begin{vmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{vmatrix} = 0.$$

Или:

$$r_{11} \cdot r_{22} \cdot r_{33} - r_{11} \cdot r_{23} \cdot r_{32} - r_{12} \cdot r_{21} \cdot r_{33} + r_{12} \cdot r_{31} \cdot r_{23} + r_{21} \cdot r_{13} \cdot r_{32} - r_{13} \cdot r_{22} \cdot r_{31} = 0.$$

Для решения такого уравнения в MathCAD необходимо задать все вышеприведенные функции таким образом, чтобы в конце концов представить уравнение устойчивости в виде функции, зависящей от силы P , или $D(P)$, нулевые значения которой являются нетривиальными решениями трансцендентного уравнения устойчивости.

Однако даже при автоматизации решения рационально перейти от непосредственной зависимости $D(P)$ к зависимости $D(v)$, то есть преобразовать все v_k к значению v соответствующим коэффициентом и, после решения уравнения относительно параметра v вычислить параметры v_k , а из них искомые P_k . Тогда для рассматриваемой рамы:

$$v_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot v, \quad v_2 = v, \quad v_3 = \sqrt{3} \cdot v;$$

$$D(v) = r_{11} \cdot r_{22} \cdot r_{33} - r_{11} \cdot r_{23} \cdot r_{32} - r_{12} \cdot r_{21} \cdot r_{33} + r_{12} \cdot r_{31} \cdot r_{23} + r_{21} \cdot r_{13} \cdot r_{32} - r_{13} \cdot r_{22} \cdot r_{31} = 0.$$

Важно отметить, что при решении уравнения в MathCADе следует сократить на параметры E и I , оставив только коэффициенты при них, а параметру l присвоить его настоящее значение (хотя его сопоставимое с реальными условиями значение, по нашим оценкам, не влияет по крайней мере на 10 значащих цифр корня уравнения).

После задания всех функций следует построить график $D(v)$ (рисунок 3) и по нему приблизительно определить отрезок, в котором находится наименьший положительный корень. В данном случае он находится в пределах отрезка (2; 2,5).

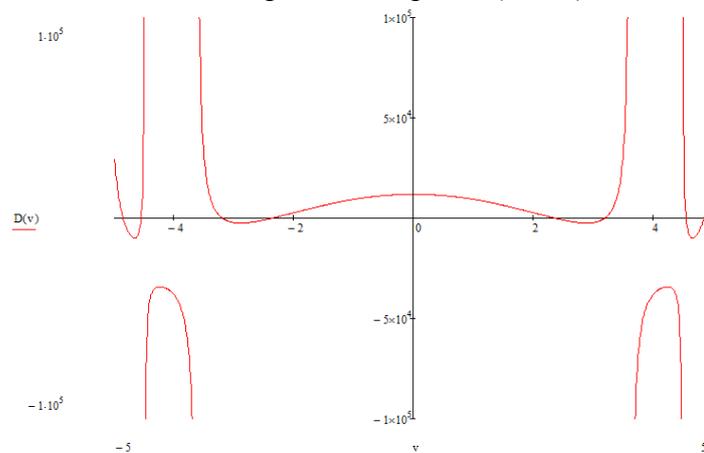


Рисунок 3 – График $D(v)$

Средствами подбора корня в MathCAD (функция `root`) установлено, что наименьший положительный корень, то есть искомое значение v , равен 2,363961.

Таким образом: $v_1 = 1,364833$; $v_2 = 2,363961$; $v_3 = 4,094450$.

Или, из установленного выражения для v_1 :

$$P = \frac{3 \cdot v_1^2 \cdot E \cdot I}{l^2}, \text{ т.е. } P = 5.588307 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2}.$$

Теперь зададимся некоторыми настоящими значениями жесткостей и геометрических размеров. Пусть: $E = 2,06 \cdot 10^{11}$ Па, $I = 1840 \text{ см}^4$, $l = 13,4$ м. Тогда компонент P , Н равен:

$$P = 5.588307 \cdot \frac{2.06 \cdot 10^{11} \cdot 1.84 \cdot 10^{-5}}{13.4^2} = 1.179657 \cdot 10^5$$

Или 117,97 кН.

Литература:

1 Клейн Г.К. – Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики. Учеб. пособие для вузов. М., «Высш. школа», 1972. – 320 с. с илл.

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА СЦЕПЛЕНИЕ БИТУМА С РАСТВОРНОЙ ЧАСТЬЮ АСФАЛЬТОБЕТОНА

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

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

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

Совершенствование методик по оценке этих характеристик позволяет прогнозировать степень надежности и долговечности асфальтобетонных покрытий.

Установлено, что водо- и морозоустойчивость, а также деформативные свойства асфальтобетона в широком диапазоне эксплуатационных температур, характерных для условий юго-западной Сибири, определяются показателями свойств органического вяжущего, а именно адгезией битума к заполнителю. Плохое сцепление битума с каменными материалами покрытия ведет к снижению водо- и морозостойкости асфальтобетона, что не отвечает требованиям эксплуатации конструктивного слоя и является причиной его преждевременного разрушения.

Проведены исследования в направлении совершенствования методики определения адгезионных свойств органических вяжущих, что позволяет исключить субъективизм оценки результатов опытов и количественно оценить сцепление битума с заполнителем. Разработанная методика позволяет учесть реальные условия эксплуатации асфальтобетонного покрытия в конкретных климатических зонах с учетом влияния соответствующих положительных и отрицательных, а также знакопеременных температур, определенной влажности окружающей среды, при цикличном увлажнении и высушивании и т.д.

Применение количественной методики адгезионной прочности позволяет целенаправленно производить выбор вяжущего, а также определять составы асфальтобетонов, обеспечивающие получение показателей их свойств, отвечающих требованиям эксплуатационной надежности и долговечности конструктивного слоя.

Оценка адгезионной прочности битума осуществлялась путем испытания на приборе при условии одноосного разрушения. В основе применяемой методики положен принцип статического нагружения. Для этой цели использовался прибор, конструкция которого защищена авторским свидетельством, а методика оценки адгезионной прочности запатентована. Статическая нагрузка создавалась прикладываемым грузом, который обуславливает осевое растягивающее напряжение при соответствующей площади контакта

заполнителя с органическим вяжущим или органоминеральной частью асфальтобетона. Прибор позволяет оценить напряжение, при котором происходит разрыв заполнителя с битумом, с учетом разрывного усилия и соответствующей измеренной площади контакта. Прибор снабжен набором подложек, выполненных в виде каменных пластин, изготовленных из той же каменной породы, которую используют в конкретном асфальтобетоне. В исследуемое вяжущее или органоминеральную массу помещался штамп-эталон, нижняя часть которого изготовлена из камня. Верхняя часть штампа связана с нагрузочным приспособлением струной, перекинутой через блоки и проходящей по направляющей трубке. Условия выдерживания испытуемых образцов соответствовали определенным значениям температур (положительных и отрицательных), а также попеременному замораживанию и оттаиванию, увлажнению и высушиванию с учетом заданного количества циклов испытания, а также действия динамической нагрузки.

Использование разработанных методик дало возможность установить оптимальные составы асфальтобетонов повышенной эксплуатационной надежности и долговечности, а также выявить рациональные составы органических вяжущих, позволяющие повысить качество шероховатой поверхностной обработки с высокими эксплуатационными характеристиками.[1]

Список использованных источников:

1. Меренцова Г.С. Методологические и технологические аспекты повышения надежности и долговечности асфальтобетонных покрытий.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ СТОЕК ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ И АВТОПАВИЛЬОНОВ

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

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

При содержании автомобильной дороги необходимо следить за состоянием износа краски дорожных павильонов и стоек дорожных знаков.

Износ возникает из-за налипания снега, загрязнения их поверхности, механических повреждений.

В зависимости от вида загрязнения и материала, применяют различные очищающие растворы и технологию очистки.

Для очистки применяют мыльный раствор или 1 - 2 %-ный раствор фосфата соды. После мойки мягкой щеткой поверхность обмывают водой, чтобы устранить следы очищающего материала.

Плесень на стойках устраняют 3 - 6 %-ным водным раствором хлорной извести. С поверхности очищают плесень и промывают раствором, через 2 - 3 мин поверхность тщательно моют водой.

Глинистые частицы удаляют пастой, состоящей из воды и бикарбоната соды, которая наносится на поверхность и счищается через 2 - 3 мин.

Следы нефтяных продуктов удаляют керосином или бензином. После снятия пятен поверхность необходимо протереть сухой тряпкой и вымыть мягкой щеткой с мыльным раствором.

Технология окраски стоек дорожных знаков.

Окраска поверхности стоек дорожных знаков производится на месте (т.е. саму конструкцию дорожного знака не убирают).

Окрашиваемая поверхность должна быть очищена от пыли и грязи.

У металлических конструкций на слой, очищенный от ржавчины, наносят защитный слой грунтовки и дают ему просохнуть. Металлические и железобетонные конструкции стоек знаков окрашивают синтетическими эмалями ПХВ-1 (перхлорвиниловая).

Деревянные стойки, обработанные креозотом (безцветным), можно окрашивать алюминиевой краской. Обработка креозотом должна быть сделана заранее, чтобы поверхность слегка просохла. Эмаль наносят кистью. Краску наносят в два слоя с общим расходом 0,45 кг эмали на 1 м. На практике применяется краска марки ПФ-115, белого и черного цветов.

Технологические операции и инструменты, применяемые при окраске стоек дорожных знаков.

1. Очистка поверхности от пыли и грязи (емкость с водой, щетка, тряпка)
 2. Очистка поверхности от старой отслаившейся краски (мет. шпатель, наждачная бумага).
 3. Очистка поверхности от пыли, возникшей после удаления старой краски (щетка волосенная).
 4. Обработка поверхности креозотом (для деревянных стоек), обработка грунт-эмалью (для металлических.) (кисть, емкость под раствор.)
 5. Окрашивание поверхности. (кисть, емкость под краску.)
- Окраска автопавильонов.

В основном автопавильоны встречаются из металлических конструкций, реже из бетона.

Технологические операции и инструменты, применяемые при окраске автопавильонов.

1. Очистка внутренней и внешней поверхности от пыли и грязи. (скребок, щетка, ведро, тряпка.)
2. Очистка поверхности от старой отслаившейся краски. (металлический скребок, со сменными лезвиями)
3. Очистка поверхности от пыли, возникшей после удаления старой краски (щетка волосенная)
4. Обработка поверхности грунт-эмалью (валик, поддон для краски)
5. Окраска верхней части павильона краской ПФ-115 (разных цветов)
6. Окраска углов и труднодоступных мест павильона (кисть, поддон под краску).
7. Окраска стен павильона (валик, поддон для краски.)

УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ СОДЕРЖАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

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

С учетом специфики работ по содержанию дорог в разные периоды года состояние элементов дороги устанавливается для двух временных периодов: зимнего и весенне-летне-осеннего.

Оценку уровня содержания до конца 2013 года выполняют согласно "Руководства по оценке уровня содержания автомобильных дорог", утвержденного Росавтодором. Начиная с 2014 года по всем вновь заключенным контрактам оценку содержания планируется выполнять в соответствии с утвержденным Минтрансом РФ «Порядком проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения» и принятым Правительством Республики Алтай.

Разнообразие природно-климатических условий и дорожно-климатических зон определяют различия в подходах к содержанию автомобильных дорог, как между районами Республики Алтай, так и по сравнению с прилегающей равнинной территорией степного Алтая.

С целью приоритетного направления денежных средств, направляемых на содержание автомобильных дорог и искусственных сооружений, была разработана «Периодичность проведения видов работ по содержанию автомобильных дорог общего пользования регионального значения Республики Алтай», которая отражает основные различия между

районами Республики Алтай. Для Кош-Агачского района, ввиду большого различия дорожно-климатических условий, проведено разделение между автодорогой Кош-Агач — Беляши и остальными дорогами района.

Главной задачей зимнего содержания является снегоборьба, которая составляет до 65-70 процентов затрат от общего объема работ зимой.

При зимнем содержании проводится также борьба с наледями. Наледь — скопление льда, образовавшегося на ледяном покрове водотоков или водоемов, мерзлом грунте или инженерных сооружениях в результате замерзания периодически изливающихся природных или технических вод.

Проводится также борьба со снежным накатом. Наряду с применением технической соли в производство активно внедряются новые технологии по ликвидации снежного наката — снежные фрезы, сетчатые ножи для автогрейдеров.

Весеннее-летне-осеннее содержание автомобильных дорог включает инженерно-технические мероприятия по систематическому уходу за земляным полотном в целях поддержания его в работоспособном состоянии и исправление отдельных небольших повреждений и деформаций.

Работы по содержанию системы водоотвода выполняют на основе регулярного ее осмотра. Они носят сезонный характер, что обеспечивает постоянное поддержание на требуемом уровне ее прочности и устойчивости земляного полотна дороги и его элементов.

Содержание искусственных сооружений, надзор и уход за сооружениями и прилегающей непосредственно к ним территорией (подмостовое пространство и подходы), а также включает профилактические и планово-предупредительные работы (ППР), устраняющие на ранней стадии износ сооружений не превышающий 10% и 25% соответственно

Список литературы:

1. Ремонт и содержание автомобильных дорог : Справочник инженера-дорожника/ А. П. Васильев, В. И. Баловнев и др. П/р А. П. Васильева. — М.: Транспорт, 1989. - 287 с.
2. Зимнее содержание автомобильных дорог / Г. В. Бялобжеский, А. К. Дюнин и др. П/р А. К. Дюнина. 2-Е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, — 1983. 197 с.
3. СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги»

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО НАНЕСЕНИЮ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

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

После проведения работ по капитальному ремонту автомобильных дорог, необходимо произвести разметку нового покрытия, в частности при капитальном ремонте автомобильной дороги Барнаул – Камень-на-Оби – граница Новосибирской области. Разметка производится после укладки верхнего слоя покрытия из горячей плотной асфальтобетонной смеси тип Б марки П.

При устройстве дорожной разметки выполняются следующие виды работ:

- очистка покрытия от грязи и пыли;
- нанесение линии предварительной разметки;
- нанесение линий разметки: по оси дороги, краевых линий и линий, разделяющих полосы движения на многополосных дорогах;
- нанесение разметки по шаблонам (пешеходные переходы, направляющие стрелы и т.п.).

Длина сменной захватки и расстановка звеньев определяется рабочей скоростью движения разметочной машины.

Звено предварительной разметки осевой линии должно находиться впереди на расстоянии, равном сменной производительности разметочной машины. Скорость движения звена предварительной разметки должна быть такой же, что и у разметочной машины.

Звено очистки покрытия работает перед звеном разметки. Оно оснащено машиной для очистки покрытия от пыли и грязи с набором чистящих щеток и сменными насадками для розлива воды (машина типа КДМ).

Звено разметки осевой и краевой линии работает за звеном очистки покрытия дороги. Это звено должно быть оснащено разметочной машиной, машиной с кузовом типа "пикап", грузовым автомобилем.

В состав звена разметки входит машинист разметочной машины, вспомогательный рабочий, обеспечивающий расстановку конусов для ограждения свеженанесенной линии разметки, водитель машины с кузовом типа "пикап", который собирает конуса и устанавливает ограждения участка дорожной разметки, а также водитель грузового автомобиля, подвозящий краску и микростеклошарики.

Технология нанесения осевой линии предварительной разметки

Предварительная осевая разметка устраивается на новых покрытиях и при восстановлении существующей разметки с износом более 50%.

Предварительную разметку осевой линии дороги рекомендуется выполнять звеном из 5 рабочих в следующем порядке:

- первый рабочий идет впереди. Он катит перед собой передвижной заборчик с дорожными знаками;

- старший (звеньевой) звена идет вторым, с помощью курвиметра определяет местоположение оси покрытия и отмечает ее мелом. Затем он проходит 20-30 м вперед, также отмечает местоположение оси дороги. Работы ведутся все время под прикрытием ограждений;

- следом за старшим идет группа из 3-х рабочих. Двое из них тянут разметочный шнур, укладывают его по засечкам, при этом следя за плавностью укладки шнура. Третий рабочий маркером по шнуру наносит краской линию предварительной разметки. Рабочий, который фиксирует задний конец шнура, катит за собой передвижное ограждение.

- при нанесении осевой линии предварительной разметки на дорогах с высокой интенсивностью движения, участках с ограниченной видимостью, участках со сложным режимом движения в целях повышения безопасности производства работ рекомендуется увеличивать численность звена на 1-2 дорожных рабочих, регулирующих движение транспорта, использовать дополнительные дорожные знаки или машины прикрытия.

Очертание осевой линии предварительной разметки не должно иметь изломов. Осевая линия на цементобетонном покрытии наносится не ближе 5 см от продольного разделительного шва с целью предотвращения закатывания линии разметки битумом, битумными мастиками, используемыми при заделке шва.

Технология нанесения краевой линии предварительной разметки

Предварительную разметку краевых линий возможно выполнять двумя способами: машиной со специальным оборудованием и вручную.

Предварительная разметка краевых линий машиной выполняется следующим образом. На машину устанавливают копир и телескопический кронштейн. Копир устанавливается над осевой линией предварительной разметки, а телескопический кронштейн с опорным колесом закрепляется по правому борту автомобиля таким образом, чтобы была выдержана ширина проезжей части, а сливная трубка емкости с краской находилась над воображаемой краевой линией предварительной разметки.

При движении водитель следит за тем, чтобы копир постоянно находился над осевой линией предварительной разметки. Рабочий в машине через боковую дверь наблюдает за нанесением линии предварительной разметки, при необходимости корректирует настройку оборудования, доликает емкость с краской. Сначала выполняется предварительная разметка правой краевой линии, а затем левой.

Технология нанесения линий разметки

Перед нанесением линий разметки на разметочной машине и машине прикрытия должны быть установлены дорожные знаки. После этого баки разметочной машины заправляют краской и микростеклошариками. Устанавливают требуемый расход разметочного материала, устанавливают ширину линии разметки подъемом или опусканием форсунок. Проверяют работу машины, устанавливают давление для краски и микростеклошариков, при необходимости корректируют ширину наносимой линии, устанавливают длину штрихов, ширину распределения микростеклошариков.

На новых асфальтобетонных покрытиях разметку рекомендуется выполнять после того, как покрытие сформируется и с поверхности проезжей части исчезнет битумная пленка.

Нанесение краски разметочной машиной производится сначала по оси дороги, затем по правой краевой линии предварительной разметки, затем по левой краевой линии предварительной разметки.

Раскатывание еще не высохшей линии разметки предотвращается двумя способами: установкой конусов ограждения или увеличением количества машин прикрытия. Существует еще способ предотвращения раскатывания линий разметки путем увеличения расхода микростеклошариков до 300-350 г/м. В этом случае расстановки конусов не требуется. В случае ограждения линии разметки конусами длина участка разметки определяется количеством конусов, которыми укомплектована разметочная машина.

Нанесения разметки краской по шаблонам

Звено разметки по шаблонам краской выполняет работы на пересечениях, примыканиях дорог, в населенных пунктах. Оно оснащено ручной разметочной машиной, дорожными знаками и ограждающими устройствами, шаблонами для нанесения разметки.

Перед началом работ по нанесению разметки краской по шаблонам место производства ограждается конусами и знаками согласно схемам организации дорожного движения. Сначала выставляются знаки, а затем конуса.

Разметка краской по шаблонам наносится ручным пистолетом, входящим в комплект разметочной машины, или ручной разметочной машиной.

Шаблон разметки ориентируется относительно оси дороги и предварительной разметки и укладывается на покрытие. Затем рабочий наносит равномерный слой краски из пистолета. Краска наносится веерообразными движениями от края шаблона к центру. Микростеклошарики наносятся механическим способом специальным пистолетом, позволяющим наносить микростеклошарики равномерно по всей поверхности.

После завершения работ снимаются конуса и убираются знаки.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «АЛЕЙСК – РОДИНО – КУЛУНДА – ГРАНИЦА С РЕСПУБЛИКОЙ КАЗАХСТАН»

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

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

Основные направления по зимнему содержанию автомобильной дороги «Алейск – Родино – Кулунда – Граница с Республикой Казахстан» представляют собой следующий комплекс работ:

- очистка дорожного полотна от снега на участках барьерного ограждения;
- очистка дорожного полотна от снега на участках без ограждения;
- очистка от снега съездов;
- снегозадерживающие мероприятия;
- установка указательных вех;
- противогололедные мероприятия;
- противоналедные мероприятия.

Мероприятия по снегоборьбе выполняются в кратчайшие сроки в соответствии с наличием ресурсов, важностью дороги и условиями движения на ее отдельных участках. Сроки проведения мероприятий по снегоборьбе устанавливают управления дорог или краевые управления строительства и ремонта автомобильных дорог для дорожных организаций подведомственной сети. Особое внимание уделяют дорогам общегосударственного, республиканского и областного значений, а так же дорогам с постоянным автобусным движением, с туристским движением или обслуживающих постоянно действующие курорты. На этих дорогах мероприятия по снегоборьбе проводят в первую очередь.

Так же в процессе изучения данной темы было определено, что принципиальных различий в технологии зимнего содержания автомобильных дорог в России и за рубежом нет. Для ликвидации зимней скользкости за рубежом используют хлориды, как твердые, так и жидкие, а для предотвращения снежных заносов применяют различные виды защит. Очистка автомобильных дорог от снега везде производится путем его механического удаления за пределы земляного полотна. Имеющиеся различия распространяются: на уровень обеспеченности машинами, на удельную протяженность дорог, мощность машин и конструкцию оборудования для очистки снега к ликвидации гололеда, наличие средств малой механизации для уборки снега в труднодоступных местах и материалов для защиты от снежных заносов.

По мере выполнения дипломного проекта мной было получено задание на разработку технологических карт по борьбе со снежными заносами. А именно установку и эксплуатацию временных и постоянных снегозащитных сооружений.

Устройства снегозадерживающего действия – работают по принципу задержания и недопущения переносимого метелью снега на подступах к дороге и вызывают образование снежных отложений на безопасном расстоянии или в заранее подготовленном месте. К ним относят щиты, заборы; снежные стенки, траншеи, валы; сетки, полотна и ленты из полимерных или нетканых материалов; снегозащитные устройства из местных материалов (каменные стены, хворостяные изгороди и др.). Высоту забора определяют в зависимости от объема снегоприноса и высоты снежного покрова в данной местности. Снегозадерживающая способность одного ряда забора высотой 5 м составляет 200 м³/м, двухрядного забора 800 м³/м. Общая снегоборочная способность заборов, поставленных в несколько рядов:

Первый ряд забора устанавливается от бровки земляного полотна на расстоянии от 15 до 25 высот забора. Большее расстояние принимают при ветре, направление которого составляет с осью дороги угол, близкий к прямому, и при уклоне местности от забора к дороге. Меньшее расстояние назначают при ветре, направленном под острым углом к дороге, и относительно равной прилегающей местности. Если по местным условиям нельзя расположить забор на указанном расстоянии, допускается сокращение расстояния до 10 высот забора при уменьшении просветности его решетки до 30 %.

Снегозадерживающие заборы устраивают:

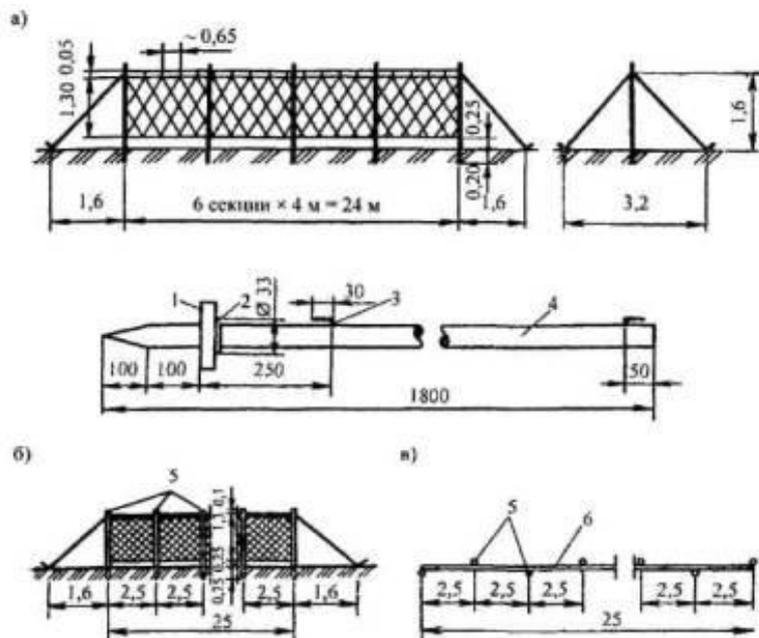
а) двухпанельные с просветностью решетки панелей 50% - применяют при устройстве заборов в один ряд или в ближайшем к дороге ряду при устройстве заборов в несколько рядов;

б) однопанельные с просветностью решетки в 70% - для остальных рядов многорядных заборов.

Устройства снегопередающего действия – способствуют увеличению скорости снеговетрового потока над дорогой и предотвращают снежные отложения на дороге. К ним относят заборы снегопередающего действия, которые можно строить из дерева или железобетона. Железобетонные панели изготовляют на строительных площадках, а монтируют (путем закладки в пазы) на заранее установленных стойках. Ямы под стойки копают ямкокопателем, а устанавливают стойки и монтируют панели при помощи передвижного крана.

Переносные щиты – маневровое средство снегозащиты. Они могут применяться в качестве самостоятельного средства защиты дорог от снежных заносов и как средство усиления посадок или заборов.

При объемах снегоприноса до $75 \text{ м}^3/\text{м}$ можно применять временные пространственные снегозащитные средства (ВПС), изготавливаемые из полимерных материалов и сетки на полимерной основе.



а – тип I на стойках металлических труб; б – тип II на деревянных кольях; в - размещение кольев; 1 - стопорная шайба $\text{Ø}150 \times 5$ с отверстием $\text{Ø} 33 \text{ мм}$; 2 - упор; 3- крепление для сетки $\text{Ø} 5 \text{ мм}$; 4 - стальная труба $\text{Ø} 33 - 24 \text{ мм}$; 5 - деревянные колья $\text{Ø} 80-100 \text{ мм}$; 6 – сетка

Рисунок 1 – Снегозадерживающие полиэтиленовые сетки:

ВПС устанавливают параллельно оси дороги на расстоянии 30 м от бровки земляного полотна.

Сетка на полимерной основе крепится к кольям (стойкам) на высоте 25 см над уровнем земли. Снегозащитное устройство из сетки должно находиться на расстоянии 60 м от бровки земляного полотна. Данный вид снегозащитных сооружений имеет большую перспективу развития так как стоимость георешетки по сравнению с деревянными строительными материалами достаточно мала. Георешетка в отличие от деревянных щитов не требует дополнительного ухода в виде обработки антисептиком и специальными антикоррозионными материалами

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «БАРНАУЛ – РУБЦОВСК ДО ГРАНИЦЫ С РЕСПУБЛИКОЙ КАЗАХСТАН» В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

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

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

По данной автомобильной дороге осуществляются транспортные сообщения регионов Западной и Восточной Сибири с Казахстаном и другими государствами Средней Азии. Транспортная сеть должна обеспечивать скорость, комфорт и безопасность передвижения. Для организации безопасного автомобильного сообщения между субъектами Сибирского федерального округа и Республикой Казахстан необходимо выполнять работы по ремонту и

содержанию автомобильной дороги Барнаул – Рубцовск до границы с Республикой Казахстан в Алтайском крае (в том числе на территории Алейского района).

Для поддержания автомобильной дороги в нормативном состоянии необходимо выполнять следующие работы по ремонту и содержанию:

- ремонт конусов железобетонного моста;
- ремонт деформационных швов железобетонного моста;
- ремонт мостового полотна железобетонного моста;
- ремонт круглых железобетонных труб;
- ликвидация нежелательной древесно-кустарниковой растительности механизированным способом;
- ликвидация нежелательной растительности химическим способом;
- посев трав на обочине, откосах и полосе отвода автомобильной дороги;
- уход за посадками снегозащитных лесных полос;
- в зимний период необходимо выполнять очистку от снега элементов мостового полотна.

При проведении работ по ремонту конусов моста выполняются следующие технологические операции:

- очистка поверхности конуса от разрушенного цементного раствора;
- демонтаж поврежденных железобетонных элементов, при помощи самоходного стрелового крана;
- очистка места из-под удаленной плиты, подсыпка нового щебня и разравнивание до проектной отметки с последующим уплотнением;
- укладка и разравнивание цементно-песчаного раствора в место укладки плит;
- монтаж плиты в подготовленное место, при помощи самоходного стрелового крана;
- заполнение швов между плитами цементно-песчаным раствором;
- укрытие отремонтированных мест полиэтиленовой пленкой.

Работы, выполняемые при ремонте деформационного шва моста, следующие:

- очистка покрытия от пыли и грязи;
- вырубка пневмоинструментом асфальтобетона на поврежденном участке;
- очистка оголенной поверхности и паза шва от старой мастики и пыли вручную щетками и продувка сжатым воздухом;
- укладка слоя изоляционного рулонного материала без разрыва и с опусканием его в петлю компенсатора, поверх рулонного материала разливают слой горячей мастики, вдоль шва раскатывают полиэтиленовую пленку и заводят ее в петлю, прижимая к стенкам и горизонтальным поверхностям;
- заливка мастики в петлю компенсатора и втапливание пористого вкладыша. В уровне защитного слоя в паз шва закладывают влажную рейку и в зазоры между стенками шва и доской заливают мастику;
- обработка стенки и основания вырубки горячей мастикой вручную кистями или валиком;
- укладка новой асфальтобетонной смеси вручную или асфальтоукладчиком;
- уплотнение асфальтобетонного покрытия моторным катком массой 6-10т, за 6-8 проходов по одному следу.

Ремонт мостового полотна предусматривает выполнение следующих операций:

- очистка трещин от пыли и разрушенного асфальтобетона;
- нанесение разогретой полимербитумной мастики в виде ленты, препятствующей выкрашиванию покрытия у кромок трещины. Её разглаживают специальным нагревательным утюжком (башмаком);
- посыпка отремонтированного места фракционированным песком.

В процессе содержания в водопропускных круглых железобетонных трубах возникают повреждения швов между звеньями. Поэтому необходимо проводить ремонтные работы, связанные с восстановлением швов трубы.

При ремонте швов выполняются следующие виды работ:

- прочистка швов металлической щеткой от разрушенного старого раствора;
- извлечение некачественной пакли, пропитанной битумом, из шва;
- продувка швов сжатым воздухом при помощи компрессора;
- заделка новых швов из пакли, пропитанной битумом с помощью стальной конопатки;
- увлажнение стенок шва водой с помощью щетки и зачеканка шва цементным раствором на глубину 30 мм с помощью шуровки;
- установка переносных кружал для поддержания цементного раствора в шве;
- снятие кружал и устранение дефектов заделки швов цементным раствором с применением резинового шпателя.

Ликвидация древесно-кустарниковой растительности механизированным способом производится в следующей последовательности:

- мониторинг автомобильной дороги для определения участков производства работ;
- вырубка древесно-кустарниковой растительности навесным кусторезом;
- сбор срубленной древесно-кустарниковой растительности в кучи для складирования;
- погрузка древесно-кустарниковой растительности в автосамосвал вручную.

При ликвидации травянистой растительности химическим способом осуществляются следующие виды работ:

- мониторинг участка автомобильной дороги для определения участков производства работ;
- в местах установленных знаков производится опрыскивание травянистой растительности ручным способом при помощи ранцевой мотопомпы;
- на остальных участках производится опрыскивание травянистой растительности механизированным способом при помощи гидropомпы.

Посев трав на обочине, откосах и полосе отвода включает в себя:

- мониторинг участка автомобильной дороги для определения участков производства работ;
- подготовка почвы под посев трав;
- подготовка семенного материала и посев трав ручным способом;
- уход за посадками.

Работы по уходу за посадками снегозащитных лесных полос на автомобильной дороге необходимо вести в следующей последовательности:

- подготовительные работы;
- вырубка мелкоколесья и кустарника;
- выборочная валка деревьев;
- трелевка и раскряжевка сваленных деревьев;
- обрубка и уборка сучьев;
- складирование древесины в вал и утилизация порубочных остатков.

В зимний период при очистке снега с элементов мостового полотна выполняются следующие виды работ:

- очистка снежных масс с мостового полотна на обочину проезжей части прилегающей автомобильной дороги в снежный вал, при помощи плужного снегоочистителя;
- перенос снежного вала (сформированного на обочине) в полосу отвода, при помощи шнекороторного снегоочистителя.

Качественное и своевременное осуществление вышеперечисленных работ по ремонту и содержанию, позволит поддерживать автомобильную дорогу в нормативном состоянии в течение всего периода эксплуатации.

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ КОЛЕЙНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

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

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

С каждым годом все более актуальной проблемой, возникающей при эксплуатации автомобильных дорог, становится повышенное колееобразование на асфальтобетонных покрытиях. Это вызвано суммарным увеличением перевозок автомобильным транспортом и связанным с этим возрастанием интенсивности движения и осевых нагрузок. Колея – это один из видов деформирования поперечного профиля проезжей части с образованием в виде углублений по полосам наката с гребнями или без гребней выпора. Процесс образования колеености является одним из основных факторов, вызывающих преждевременное снижение показателей транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги ниже предельно-допустимых значений, а также значительное снижение безопасности и комфортности движения. Следовательно, необходимо искать пути решения данной проблемы.

На сегодняшний день выделяют следующие виды колее:

- колея необратимых деформаций дорожной одежды в целом, образующаяся в результате развития в ней остаточных пластических деформаций во всех слоях конструкции дорожной одежды и грунте земляного полотна при многократном приложении циклических нагрузок;

- колея необратимых деформаций асфальтобетонного покрытия, которая образуется в результате развития в нем остаточных пластических деформаций при многократном приложении циклических нагрузок;

- колея истирания, образующаяся из-за истирающего воздействия на асфальтобетон автомобильных шин.

Процесс колееобразования – следствие проявления комплекса различных факторов:

- конструктивные;
- технологические;
- материаловедческие.

Конструктивные факторы обусловлены недостаточной прочностью конструкции дорожной одежды, недостаточной плотностью нижних конструктивных слоев дорожной одежды (дополнительного слоя и основания), накоплением остаточных пластических деформаций в грунте земляного полотна, разрушением и доуплотнением щебеночных слоев основания, пластическим деформированием асфальтобетонных слоев покрытия. В результате недостаточной плотности нижних слоев дорожной одежды, происходит их смешение и, в конечном итоге, проявляется просадка покрытия дороги.

Технологические факторы – неоднородность при приготовлении и укладке асфальтобетонной смеси, недостаточное уплотнение конструктивных слоев основания и асфальтобетонных слоев покрытия при их устройстве, плохое сцепление между слоями покрытия, покрытием и основанием.

Материаловедческие факторы – применение слабых грунтов для устройства земляного полотна, дающих впоследствии осадку, использование материалов с недостаточной стойкостью к накоплению пластических деформаций слоев основания и покрытия, низкие требования к физико-механическим свойствам материалов, несоответствие существующих методов испытаний дорожно-строительных материалов реальным условиям их работы в конструкции дорожной одежды.

Повышение стойкости к колееобразованию асфальтобетонных покрытий рекомендуется обеспечивать за счет применения ряда мероприятий, которые направлены на повышение стойкости к накоплению пластических деформаций материала покрытия, повышение прочности, жесткости и стабильности грунта земляного полотна и конструктивных слоев основания, а также обеспечение требуемого сцепления между слоями.

К комплексу таких мероприятий, направленных на повышение колеестойкости асфальтобетонного покрытия, относят следующие:

- конструктивные пути;
- технологические мероприятия;
- регулирование свойств материалов.

Конструктивные пути повышения колеестойкости асфальтобетонных покрытий основаны на следующих принципов:

- использование в рабочей зоне земляного полотна грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими;
- применение между грунтом земляного полотна и основанием конструкции дорожной одежды геотекстильных материалов;
- применение в дренирующих слоях основания дробленного песка или щебеночно-песчаных смесей;
- применение между песчаным основанием и щебеночным слоем основания геосинтетических материалов (геосетки);
- устройство в основании дорог колеезащитных плит, изготавливаемых из инертного материала, воспринимающих на себя часть силы, формируемой весом движущегося транспортного средства, и препятствующих образованию очагов с критическими напряжениями, ответственных за снижение несущей способности материала;
- обеспечение требуемого сцепления между асфальтобетонными слоями;
- для снижения образования пластической колеи в ряде стран применяется армирование асфальтобетонного покрытия геосетками;
- использование для слоев асфальтобетонных покрытий оптимизированных составов асфальтобетона с повышенной стойкостью к накоплению остаточных деформаций.

С целью увеличения распределительной и несущей способности между грунтом земляного полотна и основанием и покрытием из асфальтобетона рекомендуется применять при соответствующем технико-экономическом обосновании геосинтетические материалы.

Для снижения увлажнения грунта земляного полотна и основания дорожной одежды следует применять мероприятия по укреплению обочин, обеспечению их необходимого поперечного уклона, устройству лотков.

Повышение колеестойкости покрытия из асфальтобетона достигается проведением мероприятий по искусственному укреплению несвязных материалов слоев оснований и грунта земляного полотна. Как результат – это даст возможность повысить их прочность, стойкость к увлажнению, которая приведет к повышению колеестойкости.

Для повышения стойкости к колееобразованию рекомендуется обеспечивать высокое сцепление органического вяжущего с минеральной частью, для этой цели применяются различные адгезионные добавки.

Материаловедческие мероприятия направленного регулирования характеристик и оптимизации составов асфальтобетона предусматривают применение подходов, повышающих колеестойкость асфальтобетонных слоев. С этой целью предполагается применять повышенные требования к составляющим компонентам асфальтобетонной смеси, ее зерновому составу и свойствам асфальтобетонных смесей.

Одним из способов достижения стойкости асфальтобетона к колееобразованию является дисперсное армирование асфальтобетонных смесей полимерными волокнами. Под армированием асфальтобетона понимается добавление волокон в смесь для повышения прочности и долговечности. Одной из таких добавок является FORTA (США).

Еще один из способов борьбы с колеейностью – щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) – это горячая асфальтобетонная смесь, состоящая из щебеночного каркаса, в котором все пустоты между крупным щебнем заполнены смесью битума с дробленным песком, минеральным порошком и целлюлозой.

В настоящее время в российской и зарубежной практике используют многощелебистые асфальтобетоны (ЩМА по ГОСТ 31015, Тип А по ГОСТ 9128). Для улучшения их сдвиговых качеств на наиболее загруженных трассах применяют также более совершенные виды вяжущих, обладающих улучшенными свойствами по сравнению с битумами по ГОСТ 22245-90, а также разного рода добавки, которые улучшают свойства асфальтобетонов.

В случае образования колеи в период эксплуатации автомобильных дорог, применяются различные методы борьбы с колеиностью.

Среди методов борьбы с колееобразованием выделяют четыре основные группы:

- организационно-технические мероприятия по снижению темпов колееобразования;
- методы устранения причин образования колеи;
- методы ликвидации колеи без устранения или с частичным устранением причин образования колеи;
- методы предупреждения образования колеи.

Метод борьбы с колеиностью выбирают в каждом конкретном случае на основе анализа результатов обследования общего состояния дороги, выявления факторов образования колеи, их глубины, протяженности, геометрических параметров, интенсивности и состава движения, с учётом материально-технических и финансовых возможностей, сроков выполнения работ по ликвидации колеи и других факторов. Как правило, окончательное решение о выборе метода и технологии ремонта должно приниматься на основе технико-экономического сравнения нескольких вариантов. Назначение вариантов методов и технологий борьбы с колееобразованием проводят с учётом состава работ и условий их применения [3].

Для того чтобы не допустить колееобразования, все вышеперечисленные пути повышения колеестойкости должны учитываться на стадии проектирования конструкции дорожной одежды т.к. колею, как и множество других деформаций покрытия, проще и дешевле предотвратить, чем бороться с результатами, затрачивая значительное количество средств и времени на ее ликвидацию.

Список использованной литературы:

1. www.avtodorogi-magazine.ru/2012-12-01/them/koleeobrazovanie.html
2. www.avtodorogi-magazine.ru/2012-12-01/them/pvkoles.html
3. «Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах», утвержденных распоряжением Росавтодора № ОС-556-р от 24.06.2002г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БОРЬБЕ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Зленко В.И.-студент, Меренцова Г.С.- д.т.н., профессор

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

В зимних условиях эксплуатации автомобильных дорог в Западно-Сибирском регионе образуются гололедные явления, которые обусловлены выпадением осадков из теплой воздушной массы на поверхность автомобильных дорог, температура которых составляет 0⁰С или немного ниже. В результате переохлажденные капли, прежде чем замерзнуть, растекаются по поверхности проезжей части автомобильных дорог и мостов, образуя гололедное явление, которое в значительной степени влияет на безопасность движения автомобильного транспорта.

В целях повышения безопасности движения необходимо своевременно устранять ледяные отложения и снежные накаты.

До полного устранения зимней скользкости дорожная служба, по согласованию с органами ГИБДД, должна принять меры к обеспечению безопасности движения путем

осуществления ряда временных мероприятий, к числу которых относятся установка знаков «Скользкая дорога» и запрещение обгона в опасных местах

Широкое применение на автомобильных дорогах нашего региона для предотвращения зимней скользкости получила пескосоляная смесь, преимуществом которой является сравнительно низкая цена, однако пескосоляная смесь обладает высокой коррозионной активностью, а также оказывает чрезвычайно губительное действие на почву, растительность и водные объекты.

Обработка пескосоляной смесью в первую очередь проводится, при каждом случае появления зимней скользкости, на участках с плохой видимостью, крутыми уклонами и кривыми малого радиуса, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях и подходах к ним и во всех других местах, где особенно часто может требоваться экстренное торможение.

Нормативный срок ликвидации зимней скользкости на проезжей части автомобильных дорог составляет не более 4 ч – для дорог категории ІБ и 5 ч – для ІІ и ІІІ категории (время ликвидации зимней скользкости с проезжей части отсчитывается с момента ее образования).

В условиях среднесуточной температуры -8°C обработка дорожных покрытий производится пескосоляной смесью с содержанием технического хлористого натрия в количестве 10%, а при среднесуточной температуре -12°C - 20%. Эффективность борьбы с зимней скользкостью повышается с увеличением количества соли в смеси.

Норму распределения пескосоляной смеси назначают с учетом состояния снежно-ледяных отложений, температуры воздуха, и количества химических противогололедных материалов в смеси.

Пескосоляную смесь приготавливают на пескобазах путем тщательного перемешивания компонентов смеси. Целесообразно заготовку смеси производить в сухое время летнего или осеннего периода и, по возможности, в объеме достаточном для ликвидации среднесезонного количества случаев образования зимней скользкости на обслуживаемом участке дороги.

Песок для составления смеси применяют природный и дробленый, получаемый путем дробления горных пород. Максимальная величина частиц не должна превышать 5 мм. Наиболее целесообразно применять песок, содержащий до 50-60% зерен размером 2-3 мм. В песке не допускается содержание пылеватых, глинистых, илистых и других частиц загрязняющих примесей не более 3%. Не допускается содержание в песке камней и щебня, так как крупные частицы могут повредить проезжающие автомобили, распределительное оборудование.

Технология работ по предотвращению образования снежного наката во время снегопадов предусматривает следующие этапы:

- выдержку;
- обработку, свежеснеговывающего снега пескосоляной смесью;
- очистку покрытия от растаявшего.

Продолжительность выдержки зависит от интенсивности снегопада и температуры воздуха. При этом распределение пескосоляной смеси по покрытию производится в том момент, когда на нем уже имеется некоторое количество снега. В период снегопада интенсивностью 1-3 мм/ч и выше к распределению противогололедных материалов приступают через 15-20 мин после начала снегопада. При слабом снегопаде интенсивностью 0,5-1 мм/ч противогололедные материалы распределяют через 30-45 мин после его начала.

Нами была разработана технологическая карта, предназначенная для организации и производства работ по обработке пескосоляной смесью покрытий автомобильных дорог общего пользования федерального значения категории ІБ комбинированной дорожной машиной ЭД-405.

Технологический процесс по россыпи пескосоляной смеси комбинированной дорожной машиной КДМ ЭД-405 на базе КАМАЗ-53213 на проезжей части обслуживаемого участка автомобильной дороги включает в себя следующие операции:

- погрузка пескосоляной смеси в кузов машины КДМ ЭД-405 на пескобазе погрузчиком ТО-18Б с ковшом емкостью 1,9 м³;
- доставка пескосоляной смеси к месту проведения работ;
- распределение пескосоляной смеси комбинированной дорожной машиной КДМ ЭД-405, за 4 прохода по кольцевой схеме .

Материально технические ресурсы для производства работ приведены в таблице 1

Таблица 1- Потребность в машинах и материалах

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1.	Комбинированная дорожная машина ЭД-405 на базе КАМАЗ-53213	шт.	4
2.	Погрузчик ТО-18	шт.	1
3.	Костюм утепленный мужской	шт.	5
4.	Жилет цветной сигнальный	шт.	5
5.	Сапоги валяные с резиновым низом	пар	5
6.	Рукавицы тканевые	пар	5
7.	Очки защитные	шт.	5
8.	Пескосоляная смесь	м ³	120

Необходимые ресурсы в рабочих: Машинист погрузчика ТО-18, 1 человек 5 разряда. , машинист КДМ ЭД-405 4 человека 5 разряда.

Данную технологию я рекомендую для осуществления мероприятий по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах Алтайского края, в процессе мероприятий направленных на осуществление нормативного содержания автомобильных дорог в зимний период.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В АЛТАЙСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

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

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

Автомобильной дорога IV категории «Булатово - Новая жизнь», проходящая в Алтайском районе Алтайского края имеет протяженность 8,458 км. Особенностью строительства данной автомобильной дороги является наличие скальных грунтов в выемке на пикетах 17+99,6 – 26+07, 67+25 – 70+04,7, а именно сланцев малопрочных. Данные грунты рекомендуется разрабатывать с применением буровзрывных работ, так как разработка традиционным способом невозможна в связи с высокой плотностью грунта.

Сланцы состоят, главным образом, из зерен кварца и хлорита, чешуек слюды. В отличие от филлитов зерна этих минералов более крупные, и видны невооруженным глазом. Это породы более высокой степени метаморфизма. Структура у них кристаллически-зернистая, текстура сланцеватая. Плотность 2500-2700 кг/м³. В толще эти породы очень сильно трещиноваты, и поэтому водопроницаемы. Эти сланцы мало пригодны для применения в строительстве.

Разработка скальных грунтов взрывным способом выполняется отдельными участками. После подготовки площадей для бурения производится нивелировка площадей с разбивкой скважин на местности. Бурение скважин осуществляется колонковыми бурильными машинами типа БТС для бурения скважин на глубину свыше 5м.

Буровзрывные работы и погрузку рыхленной скальной породы экскаваторами можно вести параллельно. При этом первые работы должны выполняться с опережением,

обеспечивающим не менее чем сменный запас взорванной породы.

При расчете заряда и сетки взрыва за эталон принято взрывчатое вещество аммонит 6 ЖВ. При поперечном уклоне местности до 40° применяют, как правило, взрывы на рыхление и выброс, а в случаях сооружения полувыемок на косогорах с углом более 40° – взрывы на рыхление.

При продольном способе разработки косогорных полувыемок с одновременным взрыванием не более двух рядов зарядов мощность взрываемого слоя ограничивается высотой черпания экскаватора.

Объем взрываемой в один прием скальной породы для работы экскаватора или погрузчика рекомендуется принимать равным или кратным недельной выработке соответствующей погрузочной машины.

Основными расчетными параметрами взрыва при данном диаметре заряда являются: масса заряда Q , расстояние между скважинами a_n и между рядами b , величина перебура Δl и забойки l_3 .

Диаметр скважинных зарядов рыхления для достижения необходимой степени дробления при наименьшем разрушении откосов и разбросе породы, а также для лучшего использования обмена скважин следует принимать в труднодробимых породах - $105 \div 112$ мм.

При высоте взрываемой породы более 4 м следует, в первую очередь, устраивать полку горизонтальными зарядами, далее на оставшуюся высоту дорабатывать наклонными скважинами.

Дробление негабаритов осуществляется шпуровыми зарядами, диаметр скважины – 36 мм. Глубина скважин при взрывании шпуровыми зарядами должна быть ориентировочно равна половине высоты взрываемого негабарита. Дробление негабарита осуществляется электрическим способом или детонирующим шнуром. В целях достижения оптимального рыхления скальных пород, для уточнения сетки расположения скважин и величин зарядов, производится 1-2 пробных взрыва.

Взрывчатые вещества засыпаются в скважины через воронку. Забойку скважин следует производить сыпучими материалами. При забойке скважины шнуры или провода следует отводить или прижимать к борту скважины без особой натяжки.

Техника безопасности при взрывных работах:

Буровзрывные работы должны производиться в соответствии с требованиями СНиП «Безопасность труда в строительстве». Взрывные работы должны производиться из расчета рыхления пород, а не на выброс.

Радиус опасной зоны по возможному разлету осколков породы должен быть принят для людей при взрывании шпуровыми зарядами 450 м из расчета максимальной удаленности.

Радиусы опасной зоны для механизмов – 200 м, для сооружений – 100 м. Количество постов оцепления и места их нахождения должны уточняться на месте руководителем работ. Взрывные работы должны производиться в светлое время суток с применением звуковых сигналов. Способы, время подачи и назначения сигналов должны в обязательном порядке под подпись доводиться до сведения рабочих. На время выполнения взрыва все люди должны удаляться за пределы опасной зоны, все дороги опасной зоны перекрываются.

Особое внимание обращается на горизонт взрываемой массы, то есть мощность взрываемого слоя должна назначаться из расчета возможности его доступной разборки.

На производство буровзрывных работ необходимо разработать рабочую документацию, привлечь и отдать субподрядной организации.

Необходимо учесть, что при разработке выемок в скальных грунтах работы ведут сразу с небольшим перебором во избежание последующей трудной и дорогостоящей работы по снятию недовыбранного тонкого слоя скальных грунтов.

Выравнивают дорожное полотно до проектных отметок мелким рваным камнем или щебнем.

УЛУЧШЕНИЕ ДЕФОРМАТИВНЫХ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Николаев Н.Н. – студент, Ивлев Ю.В. – ассистент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Под ресурсом деформативности понимается комплексный показатель эксплуатационных свойств асфальтобетона, включающий в себя не только величину предельной относительной деформации материала, но и способность длительное время не утрачивать ее под влиянием природно-климатических воздействий, сопротивляться трещинообразованию, старению и многократному приложению циклов нагружения, косвенно он характеризуется пределом прочности на сжатие.

Деформативные свойства зависят от следующих факторов:

– величины поверхностного соприкосновения минеральных зерен в единице объема смеси;

– прочности минерального заполнителя, формы его зерен и их размер;

– адгезии вяжущего к поверхности минеральных частиц и толщины битумной пленки;

– свойств вяжущего, температурного диапазона его работы.

Низкими адгезионными способностями битума объясняется снижение водоустойчивости асфальтобетона, снижение его коррозионной стойкости при обработке покрытия солевыми растворами, выкрашивание и образование выбоин на дорожном покрытии и дальнейшее разрушение уже в начальные периоды эксплуатации. Помимо этого на асфальтобетонное покрытие существенное влияние оказывают климатические и гидрологические факторы.

В зависимости от напряженно - деформированного состояния, образцы асфальтобетона испытываются на одноосное и трехосное сжатие, осевое растяжение, растяжение при изгибе и расколе, на сдвиг, а также испытываются при различных более сложных видах напряженно-деформированного состояния.

По способу нагружения образцы испытывают на:

– прочность при постоянной скорости деформирования или постоянной скорости нагружения;

– ползучесть при постоянной нагрузке;

– релаксацию напряжений при заданной деформации;

– температурные напряжения при охлаждении зашпеченных образцов;

– выносливость в условиях циклического действия деформаций или напряжений;

– деформативность при динамических режимах нагружения.

Методы, основанные на циклическом деформировании образцов, занимают особое место в испытаниях на деформативные свойства асфальтобетона. В результате испытаний циклической нагрузкой можно определить как характеристики деформативности, так и усталостную прочность или выносливость асфальтобетона до разрушения.

Деформативность вязкоупругих тел рекомендуется оценивать в области линейной вязкоупругости, когда сохраняется прямая пропорциональность между напряжениями и деформациями.

В основе оценки вязкоупругих свойств материалов при циклическом деформировании лежит теория механических колебаний. Силы, воздействующие на любую частицу деформируемого тела, можно разделить на упругие (пропорциональные перемещению), вязкие (пропорциональные скорости перемещения) и инерционные (пропорциональные ускорению)[1].

Для оценки деформативных свойств необходимо также определить характеристики сдвигоустойчивости асфальтобетона, предел прочности на сжатие, на растяжение при изгибе, набухание, водонасыщение и испытания на модуль упругости. За рубежом существует методика испытания асфальтобетона на трехосное сжатие при температуре +60 °С и испытания на модуль упругости.

Улучшение деформативных свойств асфальтобетона возможно с использованием в его составе армирующих добавок, таких как FibARM Fibre WA и FORTA. Forta® AR® - это

патентованная смесь двух синтетических волокон, которые работают совместно, улучшая эксплуатационные показатели асфальтобетона. Приведенные добавки состоят из скрученных в пучки полипропиленовых волокон, которые способствуют перемешиванию и распределению прочных, высокотемпературных арамидных волокон, которые армируют и улучшают деформативные свойства асфальтобетонной смеси. Пакеты с добавкой выгружают в смеситель при подаче горячих материалов, при этом не требуется изменения времени перемешивания.

Распределенные и распушенные волокна фактически невидимы на поверхности покрытия, и не требуется вносить какие-либо изменения в обычные методы укладки и уплотнения. Применение армирующих добавок способствует увеличению предела прочности на сжатие при 50⁰С, а также предотвращению отраженного трещинообразования и колееобразования.

Асфальтобетон с использованием микрогранул ВIT-AMID P особенно пригоден для таких участков как перекрестки, автобусные остановки, аэропорты и все те участки, которые подвержены значительным сдвигающим нагрузкам. Данная добавка может быть добавлена как в битумную емкость, так и непосредственно в смесительную установку с инертными материалами перед подачей битума. Представленная добавка способствует увеличению стойкости к деформациям, в особенности при высоких температурах, возрастанию твердости битума и как следствие увеличению сопротивления к колееобразованию. Благодаря своему химическому строению ВIT-AMID P обладает высокой реакционной способностью и улучшает адгезию битумов к минералам. Это проявляется в лучшей водостойкости и плотности что предотвращает разрушение, и снижает трещинообразования верхних слоев.

В качестве активной добавки в асфальтобетон выступает порошкообразный лигнин, размер частиц которого не более 150 мкм. Высушенный и измельченный лигнин совместно со щебнем подается в смесительный бункер для дальнейшего приготовления смеси, он повышает прочность асфальтобетонов на 25%, водостойкость на 12%, трещиностойкость с -14⁰С до -25⁰С.

Лигниновый порошок-наполнитель из побочного продукта гидролизного лигнина можно готовить либо на заводе по производству минерального порошка, либо непосредственно на АБЗ. Также возможна модификация им битума, для создания асфальтобетонов повышенной прочности.

Чтобы одновременно улучшить деформативные свойства и повысить морозостойкость асфальтобетонов при низких температурах, рекомендуется применять полимерные добавки классов термоэластопластов и эластомеров [3].

Наиболее известным представителем термоэластичных материалов считается СБС полимер (стирол-бутадиен-стирол). Молекулярная структура этого материала включает в себя эластичный внутренний блок, что оптимально подходит для применения совместно с битумами, так как такое соединение образует полибутадиеновую цепь.

Посредством СБС полимеров, происходит адсорбция масляных компонентов битума, что способствует существенному увеличению их объема (до 10 раз). СБС полимер обеспечивает битуму оптимальную гибкость и пластичность при низких температурах. Стирольные домены образуют сетку, которая, несмотря на увеличение в объеме, способна сохранить непрерывность вяжущего по всему объему. Таким образом, достигается уменьшение вязкости и хрупкости битума при понижении температуры окружающей среды. Качественное связующее, синтезированное на основе SBS полимеров, обладает следующими характеристиками:

- улучшенное сопротивление к постоянным механическим нагрузкам при повышенной температуре, за счет нулевого сдвига и высокой вязкости, что объясняется наличием полимерной сетки;
- повышенная устойчивость к образованию трещин при существенном понижении температурного режима;

- повышенная устойчивость к термической и механической усталости, что объясняется повышением жесткости;
- повышенная износостойкость, обусловленная повышенной жесткостью вяжущего;
- повышенная устойчивость к старению и улучшенные характеристики по хрупкости для битума;
- обеспечивает дорожному покрытию способность к быстрому снятию напряжений, возникающих в покрытии под воздействием движущегося транспорта.

Битумные смеси, модифицированные посредством СБС полимеров, в наибольшей степени соответствуют отечественному климату, с его, сложными погодными условиями.

Стирол-бутадиен-стирол (СБС) обладает свойствами резины и пластика с отличной эластичностью, морозоустойчивостью, воздухопроницаемостью, противоскользким сопротивлением и окрашиваемостью. К СБС полимерам относят такие добавки как Kraton, Elvaloy, Evatane.

Однако добавки на основе СБС полимера имеют существенные недостатки:

- высокая стоимость;
- для смешения данной добавки с битумом требуется дополнительное энергоемкое оборудование, что приводит к удорожанию технологии производства асфальтобетона.

Однако, реализацией принципа комплексной модификации битумов стало создание полимерного модификатора “Полидом”, стоимость которого в 1,5-2 раза ниже стоимости импортных полимерных добавок[4].

Основой данного модификатора является вторичный полиэтилен (Пвт) - дешевый продукт переработки полиэтилена высокого давления. Пвт повышает когезионную прочность и теплостойкость битумов, однако делает систему битум-полимер достаточно жесткой, о чем свидетельствует резкое увеличение вязкости модифицированного битума.

Модификация битума добавкой “Полидом” идентична технологии приготовления битумополимерных вяжущих с использованием термоэластопластов, однако его можно добавлять непосредственно в смеситель, что позволяет упростить технологию и достичь значительной экономии времени и энергоресурсов. Полимер вводится в смеситель и перемешивается при температуре (170-180)⁰С в течении (15-20)с.

При содержании в битуме 3% модификатора “Полидом”, температура размягчения увеличивается на 10⁰. По этому показателю он занимает промежуточное положение уступая Elvaloy и опережая Evatane. Растяжимость при 0⁰С у битума с добавкой “Полидом” больше чем у чистых, что говорит о улучшении пластичности битума с добавкой при низких температурах по сравнению с немодифицированными битумами. Модификация приведенной добавкой значительно увеличивает когезионную прочность битума, увеличивает среднюю плотность асфальтобетона, вследствие чего водонасыщение существенно снижается.

Асфальтобетон на модификаторе “Полидом” проявляет характерную для всех полимерасфальтобетонов особенность – меньшую температурную чувствительность. При этом тепло- и трещиностойкость таких смесей значительно возрастает. Однако для опробации данной добавки в условиях резкоконтинентального климата Западной Сибири необходимо провести дополнительные исследования свойств модифицированного асфальтобетона.

Список литературы

1. “ Обзорная информация «Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний» /Федеральное дорожное агентство министерства транспорта российской федерации. - Москва, 2005
2. “Методические рекомендации по повышению деформативности и морозостойкости асфальтобетонных покрытий при низких температурах (до минус 50 °С)” – Москва ,1990

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ХОЛОДНЫМИ СМЕСЯМИ

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

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

На сегодняшний день холодные битумно-минеральные смеси - это самый оптимальный вид дорожного ремонта по соотношению цена - качество, получили достаточно широкое применение во многих странах за простоту, за более продолжительный сезон использования и экономичность. Наиболее характерными повреждениями асфальтобетонных покрытий являются выбоины, разрушения кромок, проломы и другие разрушения, которые возникают в весенний, осенний и зимний периоды года при пониженных положительных температурах воздуха. Особенно интенсивно происходит разрушение покрытия при циклах замораживания-оттаивания асфальтобетона.

Известен холодный асфальт «МАГНЕТИК-ДОР» - это современный инновационный дорожный материал, представляет собой готовую к использованию смесь для ремонта дорожных покрытий. Ремонт можно производить в любую погоду при температуре от -15 до +40 °С, в том числе при наличии осадков. Сразу после укладки холодного асфальта по нему может двигаться автотранспорт, при этом отремонтированный участок прослужит не меньше, чем само ремонтируемое покрытие.

Холодная асфальтобетонная смесь «Эффективного состава-1» производится на основе битума, полимерных добавок и минеральных наполнителей, имеет гомогенную структуру, до выполнения процесса трамбования. В процессе трамбования происходит полимеризация, за счет присутствия в холодном асфальте высокоплотного полимерного наполнителя, покрытого слоем специально модифицированного вяжущего вещества. Утрамбованный холодный асфальт набирает прочность, увеличивая ее под постоянным воздействием проезжающих автомобилей, образуя твердую, готовую к эксплуатации поверхность, способную выдерживать нагрузки и работать длительное время. При этом, эта поверхность обладает упругостью, которая позволяет выдерживать без разрушения расширения сжатие, вызванное изменением погодных и температурных условий, экологически безопасен для окружающей среды.

Холодный асфальт можно укладывать на любую поверхность: бетон, камень, кирпич, щебень, асфальт. Он обладает хорошими адгезионными свойствами и не требует дополнительных эмульсий для надежного схватывания с поверхностями. Технические характеристики холодного асфальта «Эффективного состава-1» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики холодного асфальта «Эффективного состава-1»

Наименование показателя	Краткая характеристика
Водостойкость при длительном насыщении, %	0,9-0,75
Предел прочности, МПа (при +20°С)	2,0-2,5
Предел прочности на растяжение при расколе, %	2,0-6,5
Требование к поверхности	может быть как сухой, так и влажной
Слеживаемость, не более	5 ударов
Интервал рабочих температур эксплуатации	-60°С +70°С
Площадь поверхности каменного материала пленкой вяжущего, после кипячения в течении 3 минут в водном растворе поваренной соли, не менее	90%
Марка по истираемости, не ниже	И2
Морозостойкость, не менее	F50
Начало полимеризации	немедленное после трамбования
Цвет	черный

Существует несколько видов холодного асфальта «Эффективного состава-1»:

- Летний холодный асфальт - температура окружающей среды при укладке от +15 до +30 °С.

- Межсезонный холодный асфальт - температура окружающей среды при укладке от -5 до +15 °С.

- Зимний холодный асфальт - температура окружающей среды при укладке от -25 до -5 °С.

Холодную асфальтобетонную смесь «Эффективного состава-1» укладывают по следующей технологии, приведенной на рисунке 1:

- в первую очередь необходимо выровнять края ямы до вертикального состояния, но не глубже чем на 5 см. Удаление асфальтобетонного покрытия можно выполнить отбойным молотком или фрезой. Очистить яму от камней и асфальтовых крошек, снега и избыточной влаги и прочего. При необходимости подсыпкой щебня добиться глубины ямы не более 5 см. Во избежание проседания отремонтированной поверхности утрамбовать яму виброплитой или ручной трамбовкой.

- уложить холодный асфальт «Эффективного состава-1» слоями толщиной от 25 до 50 мм, расход которого составляет 30 кг на 1 м² площади, при толщине слоя 25 мм; так, чтобы он выступал над поверхностью ямы на 15 - 25 %;

- уплотнить холодный асфальт виброплитой массой не менее 80 кг;

Возможно уплотнение ручными трамбовками или, в крайнем случае, колесом автомобиля.

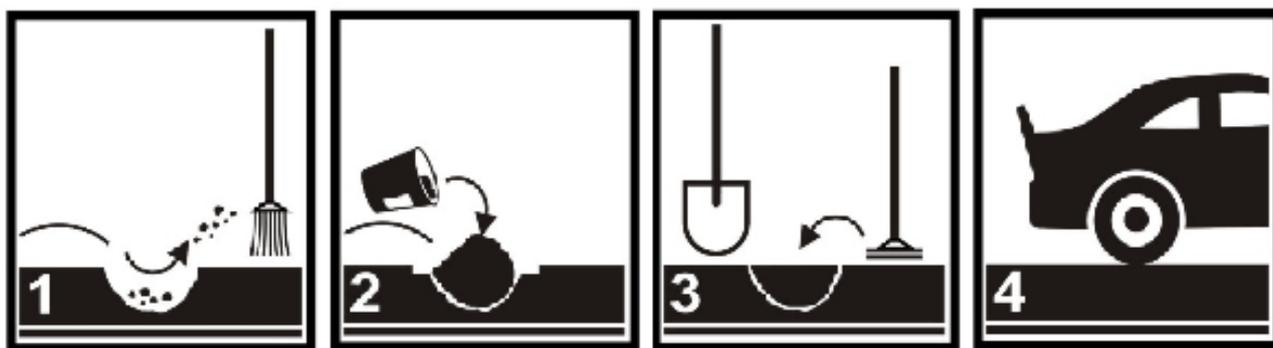


Рисунок 1 – Технология укладки холодного асфальта «Эффективного состава-1»

Более высокие ямы заполняются щебнем, а холодный асфальт в несколько слоев с трамбовкой каждого слоя. Если по ремонтируемому месту проходит оживленное движение автомобилей, то после трамбовки заплата должна выступать на 10-15 мм от поверхности, что позволяет добиться её дальнейшего уплотнения движущимся транспортом. Если ремонтируемый участок находится в зоне пешеходного движения, то трамбовку следует проводить до уровня асфальта.

По окончании трамбования, готовую площадку необходимо отсыпать сухим песком, цементом или минеральным материалом. Это предотвратит налипание асфальта на обувь и колеса автомобилей. Края площадки обработать битумной мастикой. По окончании этих операций, которые занимают небольшой временной отрезок, холодный асфальтобетон готов к эксплуатации. По асфальтобетонную могут перемещаться люди, проезжать легковой и грузовой транспорт.

Холодный асфальт «Эффективного состава-1», хранится при температуре окружающей среды, в заводской таре. Поскольку полимеризация и упрочнение холодного асфальта происходит только при механическом воздействии, то при сохранении заводской упаковки, срок годности асфальта может составлять и более 2 лет.

Холодный асфальтобетон призван сократить расходы и время монтажа, что обеспечивает его востребованность и необходимость при строительстве дорог.

Список литературы:

1. http://net-vode.ru/cena_asfalt_nv.html
2. <http://vimos-market.ru/smesi-asfaltobetonnye/24944595-smes-asfaltobetonnyaya-orozhnaya-holodnaya-fraciya-5-20-30kg.html>
3. http://novosibirsk.dorus.ru/building/materials/holodnyy-asfalt-magnetik-dor-multitreyd-43r-kg_1680718.html
4. <http://каталог-статей.пф/наука/technics-i-technology/tehnologia-primenenia-holodnogo-asfalta.html>

СТРОИТЕЛЬСТВО БУГРИНСКОГО МОСТА ЧЕРЕЗ Р. ОБЬ В Г. НОВОСИБИРСКЕ.

Лялин М.Е., Мухопад А. С. – студенты, Калько И.К. – к.т.н. доцент

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

Третьим по счету мостом через реку Обь в городе Новосибирске будет Бугринский мост, который соединит Октябрьский и Кировский районы. Строительство ведется с расчетом на перспективную скоростную магистраль непрерывного действия «Юго-Западный обход», протяженностью более 20 км, которая объединит две федеральные трассы – М-52 «Чуйский тракт» и М-51 «Байкал». Большая её часть пройдет по территории Кировского района.

Работы по выбору места размещения и ТЭО были выполнены проектным институтом «Трансмост» (г. Москва) в 1992 году. Строительство началось в феврале 2010 года и завершится в сентябре 2014 года. Причиной длительного строительства является сложная схема софинансирования государством бюджета проекта (государственный кредит) и состояние экономики.

В октябре 2005 года на месте будущего моста были проведены инженерные изыскания. Исследования, которые проводила местная компания ОАО «Стройизыскания», выявили в русле Оби геологический разлом и отсутствие в центральной части русла твёрдых пород, необходимых для постройки опор балочного моста — в том числе и на глубине 90 метров. Таким образом вариант с балочным мостом отпал.

В 2007 году московским институтом «Гипротрансмост» было выполнено обоснование инвестиций сооружения моста. Главный инженер проекта по обоснованию инвестиций — Назарова Р.П.. Новое ТЭО мостового перехода по Оловозаводскому створу выполнено в том же году проектным институтом «Гипротранс». А в конце того же года был проведён открытый конкурс на право создания рабочего проекта (стоивший по оценкам от 500 до 600 млн рублей) под названием «Мостовой переход через реку Обь». На конкурс поступили четыре заявки, одна из которых (заявка «Сибгипротранса» и ОАО «Гипротрансмост») была отклонена.

В результате остались два проекта: вантовое пролётное строение над осью судового хода с пилонами высотой 155 м (аналогично мосту в Лос-Анджелесе) — долгое время был генеральным вариантом строительства, несмотря на то, что стоимость его была выше чем у арочного. Кроме того, самолёты, заходящие на посадку в аэропорт Толмачёво, заходят по руслу Оби и такая высота пилонов вантового моста вызвала бы недовольство пилотов гражданской авиации.

Арочное пролётное строение над осью судового хода — окончательный вариант, принятый к исполнению в 2009 году. На обсуждениях проектировщики предложили сразу два варианта, которые различались: тех. характеристиками, высотой арки, формой опор. Выбранный вариант, по утверждению представителей проектной организации, должен простоять 100 лет и выдержать землетрясение до 7 баллов. По заявлению авторов

проекта, уклоны и радиусы не позволили спроектировать на мосту линию скоростного трамвая.

В феврале 2008 года был объявлен победитель конкурса — проект петербургского института «Стройпроект», который стал генеральным проектировщиком объекта. Хотя первоначально мэрия Новосибирска заказывала проект институтам «Гипротрансмост» (г. Москва) и «Сибгипротранс» (г. Новосибирск). В мае 2008 года проект Бугринского моста был представлен мэром города на сочинской выставке «Транспорт России-2008», в рамках Дня Новосибирской области.

Согласно утверждённому проекту, шесть полос (по три в каждом направлении) нового моста должны обеспечить пропускную способность не менее 135 тысяч автомобилей в сутки — при расчётной скорости движения 100 км/ч. Мостовой переход общей протяжённостью 5819 м прекрасно войдет в состав перспективной скоростной магистрали непрерывного движения «Юго-Западный обход». Проектировщики также обещают Бугринскому мосту самые современные технологии — дорожная «одежда» моста и подъезды будут выполнены из цементобетона. При строительстве будут использоваться более высокие требования к сварке. Центральный пролёт установят при помощи современного, экономичного и быстрого метода, называемого «Хэви Лифтинг».

Мост относится к типу комбинированных. Конструктивно представляет собой балочную конструкцию, установленную на 30 железобетонных опорах, выполненных на буровых сваях. Длина пролетов — от 40 до 105 метров. Русловые пролётные строения — из металла (неразрезное двух балочное пролётное строение, с ортотропной плитой), а на подходах к сооружению — железобетонные (сборные балочные). Судходный пролёт перекроют подвесной конструкцией с сетчатой (монолитной) аркой (расчётный пролёт 362 м). Длина основания арочного пролёта — 380 м. Высота арки — 70 м.

Высота подвеса арки над водой составит 80 метров. Арка будет использовать французские технологии и будет выкрашена (в красный цвет) импортными материалами (немецкого и израильского производства) с повышенной влагоустойчивостью и сроком службы не меньше 70 лет. Длина канатов, при помощи которых её подвезут, составит 9 км. Опоры моста будут выполнены сборно-монолитными, на буронабивных сваях. Общий вес металлоконструкций виадука с аркой — 27 тысяч тонн. В центре арочного пролёта будет изображена арка моста, соединяющая два берега Оби. Аналогичная имеется на гербе города. Сама арка имеет очертания лука и является одним из символов в истории Сибири.

Для избежания S-образного прогиба с параллельными подвесками при перекрытии главного пролета была использована арка с наклонными подвесками. Такая конструкция позволяет увеличить жесткость пролетных строений и сократить затраты на строительные материалы до 70 %.

Согласно заявлению представителя генерального проектировщика моста, здесь не повторится колебаний, аналогичных волгоградскому «танцующему мосту», так как «всё это было учтено на стадии проекта, в том числе были выполнены работы по аэродинамической продувке его модели руслового пролёта».

В работах по возведению мостового перехода и развязок принимают участие 16 организаций области, пять заводов металлоконструкций (два из них — заводы в Кургане и Улан-Удэ) и девять проектных организаций. Общее же количество задействованных в процессе сооружения людей достигает 1400 человек.

Генеральный подрядчик — ОАО «Сибмост». Для возведения мостового перехода, на обоих берегах Оби в общей сложности потребовалось снести: 10 административных зданий, более 330 частных домов, производственную базу, АЗС, магазин и около 200 металлических гаражей. Также был закрыт и перенесён пляж «Бугринская роща», попавший в зону сооружения моста.

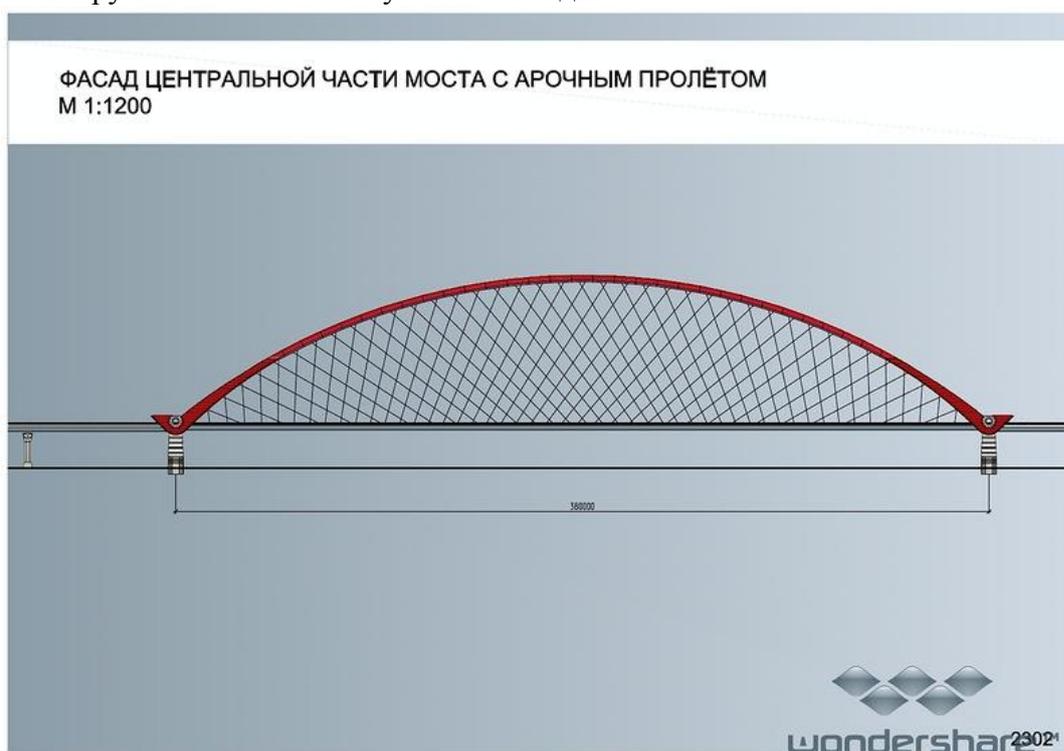
Строительство мостового перехода разбито на два этапа:

Первый включает мостовой переход и две транспортные развязки с путепроводами.

Второй — сдача развязок и связывание перехода с возведённой эстакадой на улице Кирова.

Окончательный срок завершения строительства мостового перехода — 2014 год (срок назван после представления проектной документации по технологии сборки арки).

16 февраля 2013 года строители Бугринского моста через Обь в Новосибирске провели продвижку пролетных строений, соединив левый и правый берег реки, а 10 апреля «Сибмост» приступил к устройству временных сооружений для монтажа арочного пролёта мостового перехода. В проектное положение (на опоры) строителями уже опущена затяжка арки, готовая к монтажу арки. На данный момент «Сибмост» сооружает проезжую часть. Саму же арку планируют закончить в августе этого года.



Над Обью поднимется арка высотой 70 метров с 380-метровым основанием — самый длинный пролёт такого типа в России. В Шанхае (КНР) есть мост Лунь с 550-метровой аркой, пересекающий реку Хуанпу.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВОВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СОДЕРЖАНИИ ДОРОГИ

БАРНАУЛ – КАМЕНЬ-НА-ОБИ – ГРАНИЦА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

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

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

Состав асфальтобетонной смеси необходимо подбирать по заданию, составленному на основании проекта автомобильной дороги. В задании указываются тип, вид и марка асфальтобетонной смеси, а также конструктивный слой дорожной одежды, для которой она предназначена.

Подбор состава асфальтобетонной смеси включает испытание составляющих материалов и по его результатам их выбор, последующее установление рационального соотношения между ними для получения асфальтобетона со свойствами, отвечающими требованиям ГОСТ 9128.

Показатели физико-механических свойств плотных асфальтобетонов из горячих смесей используемых при содержании дороги Барнаул – Камень-на-Оби – граница Новосибирской

области, применяемых в конкретных дорожно-климатических зонах, также должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128.

Особенность составов асфальтобетонов используемых при содержании автомобильной дороги Барнаул – Камень-на-Оби – граница Новосибирской области, заключается в том, что при ремонте слоев покрытия учитываются категория дороги и климатические условия конкретного района.

Подбор состава асфальтобетонной смеси включает испытание и по его результатам выбор составляющих материалов, а затем установление рационального соотношения между ними, обеспечивающего получение асфальтобетона со свойствами, отвечающими требованиям стандарта.

Минеральные материалы и битум испытывают в соответствии с действующими стандартами, а после проведения всего комплекса испытаний устанавливают пригодность материалов для асфальтобетонной смеси заданного типа и марки, руководствуясь положениями ГОСТ 9128-84.

Выбор рационального соотношения между составляющими материалами начинают с расчета зернового состава. Минеральную часть мелкозернистых асфальтобетонных смесей рекомендуется подбирать по непрерывным зерновым составам.

При подборе зернового состава смесей для высокопористого асфальтобетона необходимо учитывать, что содержание зерен мельче 0,071 мм должно быть не менее 4 % массы, поэтому в состав этих смесей необходимо вводить минеральный порошок. В смесях для пористого асфальтобетона допускается снижение содержания зерен мельче 0,071 мм до 2 %, и минеральный порошок в них можно не вводить. В результате подбора зернового состава устанавливается процентное соотношение по массе между минеральными составляющими асфальтобетона: щебнем (гравием), песком и минеральным порошком.

Содержание битума в смеси выбирают предварительно в соответствии с рекомендациями прил.1 ГОСТ 9128-84 и с учетом требований стандарта к величине остаточной пористости асфальтобетона для конкретного климатического региона.

Битумная эмульсия представляет собой водную дисперсию битума. Она готовится на основе вяжущих веществ. В качестве базового используют битум обычного или модифицированного состава.

Битум содержится в эмульсии 30-80 % масс. Вода присутствует в эмульсии в количестве 15-70% масс. Главное требование это жёсткость и отсутствие механических примесей. Жёсткость используемой воды не должна превышать 6 мг-экв/л. Эмульгатор представляет собой катионоактивные ПАВ и содержится от 0,15 до 3,0 % масс. В качестве стабилизатора вводят хлорид кальция в виде 30-35 %-ного водного раствора в количестве 0,05-0,5 % масс. Кислота. Нейтрализация эмульгатора кислотой необходима для перевода ПАВ в форму соли. Повышение кислотности способствует повышению стабильности эмульсии, но большой избыток кислоты не рекомендуется, т.к. это может привести к снижению адгезии. В основном используют соляную кислоту (НСl).

Для повышения клейкости эмульсии, образующейся при распаде плёнки, в водную фазу или в битум добавляют нефтяную фракцию, выкипающую в пределах 140-220⁰С в количестве 0,5-3,0 % масс. Разжижитель используется для повышения пенетрации битума до необходимого значения. Разжижитель вводится в широких пределах от 5 до 30 % масс

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ И ОЦЕНКА ИХ СВОЙСТВ

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

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

Эмульсия – это грубодисперсная неоднородная система, состоящая из двух взаимно нерастворимых жидкостей, одна из которых в виде мелких капель диспергирована в другой.

Определение эмульсии может быть более распространенным и обобщающим или коротким и лаконичным, но оно должно включать две одинаковые позиции:

- эмульсии – это дисперсные системы;
- обязательным условием существования таких систем является взаимная нерастворимость веществ.

В данной работе предусмотрена оптимизация составов битумной эмульсии 1-го класса ЭБК-1 оценка их свойств сцепления с поверхностью щебня. В проведенных испытаниях наблюдались изменения свойств эмульсий при изменении их составов, а именно концентрации растворителя (Уайт-Спирит), латекса (Бутонал NS-198), адгезионной присадки (Ветфикс ВЕ).

Эмульсии, как и всякая грубодисперсная неоднородная система, обладают невысокой стабильностью, повысить которую можно добавлением специальных поверхностно-активных веществ (ПАВ), называемых эмульгаторами или стабилизаторами, или тщательно измельченных твердых порошкообразных продуктов.

При смешении битумной эмульсии с каменным материалом необходимым условием получения смесей высокого качества является формирование равномерной битумной пленки вокруг зерен минерального материала. При этом основное требование – это прочное сцепление пленки вяжущего с каменным материалом.

Формирование пленки вяжущего можно представить в виде нескольких последовательных операций.

1. Увлажнение эмульсией минеральных материалов смеси, чтобы получить однородное распределение вяжущего по их поверхности в процессе смешения.

2. Гетерофлокуляция битумных капель – этот процесс приводит к получению однородной непрерывной пленки вяжущего и формированию когезионных связей. Желательно, чтобы он проходил постепенно и по времени совпадал с процессом укладки смеси. Тогда, сохраняя соединенные между собой поры смеси, можно получить управляемый процесс удаления из них воды и запустить механизм распада эмульсии.

3. Коалесценция битумных капель – это основной момент при формировании пленки битума, который базируется на механизме установления межфазного равновесия, но он еще недостаточно изучен. На этом этапе начинается процесс восстановления первоначальных свойств вяжущего.

4. Формирование пленки вяжущего – это окончательный этап процесса восстановления свойств вяжущего.

Природа поверхности минерального материала и адсорбция вяжущего играют большую роль на всех этапах формирования пленки вяжущего.

Чаще всего в дорожном строительстве используют кремнеземистые известняковые материалы. Причем последние часто бывают смешаны с кремнеземистыми минералами.

Для обеспечения хорошей обволакиваемости минеральных материалов вяжущим эмульсией должна хорошо смачивать их. Известно, что при смачивании водой кремнеземистых (кислых) материалов происходит активизация отрицательных зарядов поверхности материала при рН в диапазоне 3-6, что обусловлено реакцией кремнезема с водой и диссоциацией его гидроокиси. В случае применения катионной эмульсии для смачивания материала положительно заряженные капельки битума притягивают свободные силикатные ионы. Постепенно формируются сначала ионные моно-, а затем двойные слои. Это позволяет регулировать скорость распада эмульсий [36] одним из следующих способов:

- при образовании монослоев относительно небольшое количество ПАВ мешает формированию двойного слоя, который бы сообщал поверхности минерала положительный заряд и мешал бы флокуляции битумных капель, ускоряя распад эмульсии;

- при образовании двойного поверхностного слоя, напротив, большое количество ПАВ уменьшает поверхностную активность материала по отношению к каплям битума, создавая отрицательный заряд поверхности.

Однако если рН эмульсии слишком низкое (эмульсия очень кислая), то положительные заряды сильной кислоты будут стремиться нейтрализовать отрицательно заряженные участки поверхности заполнителя, будет снижаться площадь, занятая ионами эмульгатора, особенно аминами, которые являются одновременно и адгезионными добавками. В результате адгезия вяжущего уменьшится.

Тем не менее, повышение когезии битума зависит от природы минерала, ПАВ, типа и концентрации вяжущего.

Чтобы улучшить смачивание эмульсией поверхности минерального материала, в воду для смачивания вводят специальные добавки.

В результате испытаний определено, что при увеличении адгезионной присадки сцепление эмульсии с каменными материалами увеличивается.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БОРЬБЕ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ НА МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Зленко В.И.-студент, Меренцова Г.С.- д.т.н., профессор

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

Важнейшими сооружениями на автомобильных дорогах являются искусственные сооружения и, в первую очередь, автодорожные мосты основная задача которых - бесперебойный и безопасный пропуск автомобильного транспорта. Особенно неблагоприятные условия для движения автомобилей возникают в зимний период, когда на дорожном полотне образуются снежно-ледяные отложения, способствующие ухудшению безопасности дорожного движения на мостовом сооружении.

Поэтому к одной из основных задач зимнего содержания относятся мероприятия по предупреждению образования и ликвидации снежно-ледяных отложений на дорожном полотне мостовых сооружений.

Улучшение состояния мостовых сооружений в зимних условиях достигается путем обработки поверхности покрытия противогололедными материалами, с последующей уборкой растаявшего льда с проезжей части автодорожных мостов.

В качестве противогололедных материалов для борьбы с зимней скользкостью на мостовых сооружениях в настоящее время все шире начинают использовать реагенты, не оказывающие отрицательного влияния не только на окружающую природную среду, но и на конструктивные элементы автодорожных мостов. К таким реагентам относят противогололедные материалы, выпускаемые на ацетатной (HCH_3COO), формиатной (HCOOH), карбамидной ($\text{CO}(\text{NH}_2)_3$) и на других бесхлорных основах, а также хлорсодержащие материалы с антикоррозионными и биологическими добавками, резко уменьшающими отрицательное влияние на бетонные, металлические конструкции мостов и элементы окружающей среды.

Мной были рассмотрены и проанализированы некоторые имеющиеся в настоящее время антигололедные материалы, которые можно использовать для борьбы с зимней скользкостью на мостовом переходе не вызывая коррозии его элементов конструкции.

Антигололедное средство Гринрайд

Противогололедный реагент GREENRIDE, предназначен для борьбы с гололедом и снежным покровом на дорожных покрытиях, мостовых сооружений. Работает при температурах от 0 до минус 30°C. Ингибитор коррозии в составе присутствует.

Продолжительность плавления льда составляет 15-45 минут и зависит, прежде всего, от температуры воздуха и толщины ледяной корки. Для удаления льда, находящегося на поверхности мостового полотна, устанавливаются следующие нормы расхода ПГМ «GREENRIDE» в зависимости от толщины льда и температуры:

Таблица 1 – Расход ХКНМ гр/м² Для удаления льда, находящегося на поверхности дорожного покрытия в приведенном температурном интервале, °С

«GREENRIDE»	Рыхлый снег и накат,						Стекловидный лед,		
	Температура С	-2	-4	-8	-12	-16	-20	-2	-4
Норма расхода, г/м ²	12	24	40	48	56	64	64	112	192

Средство для борьбы с гололедом «Бионорд»

Твердый многокомпонентный противогололедный материал «Бионорд» представляет собой полностью растворимые гранулы неправильной формы (1мм-5мм) с оптимально подобранным составом компонентов, позволяющим добиться необходимой плавящей способности реагента (до минус 30 С°) в сочетании с позитивным воздействием на почву и растительность.

Таблица 2 Расход реагента г/м² при температуре воздуха °С

Толщина льда	Расход реагента г/м ² при температуре воздуха °С				
	0 до -4 °С	До -8 °С	До -12 °С	До -16 °С	До -20 °С
1-2	20	15	20	25	45
3-5	40	30	40	60	75

Антигололедный реагент «Антилед-рифей»

Антилед-рифей представляет собой сложную смесь хлористого кальция с ингибитором коррозии «КВАТРАМИН-1001».

Реагент предназначен для быстрого удаления ледяного покрова с поверхности дорог, мостов улиц и тротуаров в диапазоне температур до минус 50°С.

Ингибитор коррозии добавляется с целью защиты металлических и бетонных элементов, автотранспорта от коррозии.

Поскольку гранулы ПГМ достаточно твердые, в первое время они обеспечивают снижение зимней скользкости за счет повышения шероховатости снежно-ледяных отложений на дорожных покрытиях.

Для удаления гололедных образований устанавливаются следующие нормы расхода реагента в зависимости от толщины льда

Таблица 3 Расход реагента г/м² при температуре воздуха °С

Толщина льда	Расход реагента г/м ² при температуре воздуха °С					
	0-2 °С	-2-4 °С	-4-6 °С	-6-10 °С	-10-15 °С	-15-20 °С
1-2	10	15	20	25	45	55
3-5	20	30	40	60	75	90

Исходя из сравнительных технико-экономических показателей можно сделать вывод что наиболее дешевым средством является песко-соляная смесь. Она же является более доступным и распространенным противогололедным материалом в настоящее время. Но все эти плюсы перечеркивает губительное влияние пескосоляной смеси на окружающую среду, металлические части автотранспорта, обувь, а так же на покрытие моста. Поэтому наиболее целесообразным, современным и относительно недорогим (в сравнении с аналогами) будет являться противогололедный материал «Антилед Рифей».

Данный реагент имеет самую высокую плавящую способность по сравнению с другими химическими материалами, применяемыми для борьбы с зимней скользкостью.

После применения противогололедного материала «Антилед Рифей» не остается грязи и других следов. Это позволяет достичь значительной экономии материальных и технических средств, при проведении мероприятий направленных на очистку мостового полотна. Данный реагент не вызывает коррозии металла и бетона, не разрушает асфальт, бетонные конструкции (бордюры, опоры мосты и т.д.) что очень важно для его использования на мостовом переходе. Уменьшает затраты на ежегодное озеленение, а также на различные мероприятия, связанные с поддержанием экологических норм.

Нами была разработана технологическая карта, предназначенная для организации и производства работ по обработке покрытий автомобильных мостов общего пользования комбинированной дорожной машиной ЭД-405А2 противогололедным материалом «Антилед Рифей».

Технологический процесс по россыпи противогололедного материала комбинированной дорожной машиной КДМ ЭД-405А2 включает в себя следующие операции:

- погрузка ПГМ в кузов машины погрузчиком ТО-18Б с ковшом 1,9 м³;
- доставка ПГМ к месту проведения работ;
- распределение ПГМ на ширину полосы (4,5м) со скоростью 30км/ч с нормой расхода 55г/м²;
- уборка с покрытия растаявшего льда комбинированной дорожной машиной ДМК-40 со скоростью 50 км/ч;
- удаление снежного вала с обочины за пределами мостового перехода шнекороторным снегоочистителем ЭД-226.

Потребность в машинах и механизмах приведена в таблице 4.

Таблица 4- Потребность в машинах и материалах

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1.	Комбинированная дорожная машина ЭД-405А2 на базе КАМАЗ-65111-013	шт.	1
2.	Погрузчик ТО-18	шт.	1
3.	Комбинированная дорожная машина ДМК-40	шт.	2
4.	Шнекороторный снегоочиститель ЭД-226	шт.	1
5.	Костюм утепленный мужской	шт.	5
6.	Жилет цветной сигнальный	шт.	5
7.	Сапоги валяные с резиновым низом	пар	5
8.	Рукавицы тканевые	пар	5
9.	Очки защитные	шт.	5
10.	ПГМ «Антилед Рифей»	т	1,22

Данную технологию производства работ, возможно, применять на мостовых переходах автомобильных дорог Алтайского края.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПОВЫШЕННОЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ

Ивлев Ю.В. – аспирант, Меренцова Г. С., д.т.н., профессор

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

Трещины, возникающие в асфальтобетонном покрытии, являются наиболее распространенным и опасным видом повреждения. Основной причиной возникновения трещин в покрытии является образование в асфальтобетоне растягивающих напряжений, которые превышают силы внутреннего сцепления и сопротивления его разрыву. Появление растягивающих напряжений в асфальтобетоне происходит, главным образом, при резких температурных колебаниях. Суточные и сезонные колебания температуры воздуха вызывают

изменения напряжений в дорожном покрытии, которые сопровождаются различными деформациями. В случае быстрого и резкого понижения температуры асфальтобетон теряет пластичные свойства, становится хрупким, снижается деформативная способность, что приводит к трещинообразованию и, в итоге, к разрушению покрытия.

Структура асфальтобетона, то есть комплекс различных признаков, которые определяют пространственное расположение его составляющих, строение и характер связей между ними, характеризуется плотностью и пористостью его минеральной части и самого асфальтобетона, а также структурой и объемом битума, выполняющего функцию связующего минеральных зерен и заполняющего пустоты между частицами.

Анализируя работы Рыбьева И.А., Гезенцевя Л.Б., Золотарева В.А. можно сделать вывод, что контакт между зернами щебня в составе асфальтобетонной смеси осуществляется через тонкие слои битума, обволакивающего частицы минерального заполнителя. При положительных температурах наличие подвижных контактов между зернами щебня обуславливает колеобразование в асфальтобетоне. Под воздействием низких отрицательных температур асфальтобетон приобретает кристаллизационную или конденсационно-кристаллизационную структуру. Изменяя структуру асфальтобетона, можно управлять его свойствами, изменяя их в широком диапазоне.

Асфальтобетон является упруговязкопластичным материалом, реологические свойства которого изменяются в зависимости от природно-климатических факторов, а также от скорости, характера приложения и длительности нагрузки. Пластические деформации обусловлены сравнительно слабыми силами сцепления между структурными элементами асфальтобетона, которые нарушаются при воздействии нагрузок (в зависимости от времени и характера действия).

В зависимости от температуры асфальтобетон может быть в следующих структурных состояниях:

- упругохрупком (зерна минеральной части асфальтобетонной смеси прочно соединены битумными прослойками);
- упругопластическом (до предела текучести битумные прослойки обладают эластическим и упругими свойствами, при большем напряжении – упруговязкими свойствами);
- вязкопластичном (полужидкие прослойки битума находятся между зернами минеральной части).

Повышение деформационной устойчивости при высоких температурах связано с понижением пластичности и увеличением вязкости асфальтобетона, а обеспечение трещиностойкости связано, наоборот, с увеличением его пластичности и снижением вязкости. Данное свойство асфальтобетона ставит задачу по нахождению оптимального сочетания между указанными характеристиками, что является важным направлением для создания асфальтобетонных покрытий повышенной трещиностойкости (актуальной для условий резко-континентального климата Западной Сибири).

Принимая во внимание то, что асфальтобетон – это система с микроструктурными связями, сформированными пленками битумного вяжущего, которые обуславливают особенности поведения асфальтобетона под воздействием нагрузок и температур, можно сделать вывод о направленном регулировании свойств асфальтобетона с помощью вариаций его структуры и свойств применяемого вяжущего (битума).

Для обеспечения требуемых характеристик асфальтобетона дорожный битум должен обладать следующими свойствами:

- проявлять достаточную когезию в диапазоне рабочих температур;
- иметь хорошую адгезию с поверхностью минеральных материалов в составе асфальтобетонной смеси;
- быть устойчивым к процессам старения под воздействием факторов окружающей среды и транспортных нагрузок;

- обладать значительной деформационной способностью при отрицательных температурах.

Регулирование вышеперечисленных качественных свойств битума возможно при помощи введения в его состав различных модифицирующих добавок. Модификация битумного вяжущего позволяет направленно проводить улучшение конкретных эксплуатационных характеристик самого битума, а также асфальтобетонной смеси на его основе. Стоит задача получения вяжущего с повышенными структурно-механическими характеристиками, адгезией к минеральным материалам, устойчивостью против старения и растрескивания. При этом необходимо учитывать стоимость модифицирующей добавки, а также технологические проблемы, связанные с введением полимерной добавки в битумное вяжущее [1].

Основная особенность блочных сополимеров (типа СБС) заключается в том, что они содержат в своей структуре две фазы, которые образуются в результате несовместимости каучуковых и полистирольных сегментов. При введении полимера в битуме происходят процессы появления полистирольной каркасной сетки после растворения бутадиена. Наличие такой сетки обуславливает повышение качества, вязкости и эластичности битума, что способствует улучшению его положительных свойств, а также конечных свойств асфальтобетона.

Анализируя состав и строение применяемых в дорожном строительстве полимерных добавок, можно выделить два механизма формирования структуры битумно-полимерного вяжущего:

- образование в композиции «полимер-битум» независимых пространственных структур. В этом случае компоненты системы действуют в роли армирующего элемента, не вступая, при этом, в химическое взаимодействие между собой;

- образование единой пространственной структуры вяжущего вследствие химического взаимодействия компонентов системы «полимер-битум». Полимерная добавка изменяет не только структуру битума, но и его физико-химические свойства.

Введение полимерного модификатора сопровождается изменением свойств асфальтобетона под влиянием следующих факторов:

- армирование достаточно жесткими и пластичными волокнами минеральной части смеси;

- увеличение вязкости вяжущего за счет диспергирования полимера в расплавленном состоянии;

- заполнение пространства в минеральном каркасе размягченными пластическими компонентами, которые образуются в процессе структурообразования дорожного асфальтобетона.

Действие комплексной полимерной добавки основано на образовании в битумном вяжущем армирующей структуры, которая построена на соединении молекул каучука, обладающих высокой эластичностью, со структурирующими компонентами битума в единый каркас. Данная структура способствует высокой деформативности и трещиностойкости асфальтобетона при низких температурах, а также обратимой деформации при повышенных температурах.

Введение комплексной полимерной добавки способствует сдвигу температуры хрупкого состояния асфальтобетона в зону более низких температур. При этом происходит увеличение предела прочности при изгибе, что способствует повышению трещиностойкости асфальтобетонного покрытия.

Экономически целесообразно использования отхода промышленного производства для модификации битумного вяжущего или асфальтобетона. Также необходимо отметить, что преимущественными являются полимерные добавки, вводимые при приготовлении асфальтобетонных смесей непосредственно в смеситель одновременно с подачей битума. Анализ исследований показывает, что в таком случае для достижения эффективности применения полимерных добавок необходимо увеличить их вводимое количество в смесь.

Однако затраты будут компенсированы отсутствием в технологической линии дорогостоящих и высокоэнергозатратных установок для модификации битумов [2].

Повышение трещиностойкости и долговечности асфальтобетонных покрытий необходимо осуществлять путем направленного регулирования структурообразования асфальтобетонов (при помощи использования комплексных модифицирующих добавок). Это один из наиболее качественных и экономически эффективных способов снижения трещинообразования асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

Список литературы:

1. Меренцова Г.С., Ивлев Ю.В. Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий при реконструкции автомобильных дорог в Алтайском крае / Новые дороги России: сборник трудов Международной конференции. Пенза, 14-17 ноября 2011 г. / Под общ. ред. Г.Г. Болдырева. – Саратов: ООО «Издательский центр «Наука», 2011. – 620 с.

2. Меренцова Г.С., Ивлев Ю.В. Технологические способы снижения трещинообразования асфальтобетонных покрытий / Горизонты образования. Научно-образовательный журнал АлтГТУ год 2012. Выпуск 14. IX-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь - 2012». <http://edu.secna.ru/publication/5/release/64/attachment/25/>

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

Григорьева Е.И. – студент гр. АДА-01, Строганов Е.В. – старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Металлические гофрированные трубы обладают рядом преимуществ: оптимальное соотношение веса и несущей способности; повышенная пропускная способность воды; повышенная сейсмостойкость и сопротивление разрушению; устойчивость к значительным перепадам температур; высокая приспособляемость к изменяющимся грунтовым условиям; высокая транспортабельность; снижение совокупных затрат на 30-60%; высокая скорость монтажа сооружений.

В нашей стране приняты в настоящее время следующие типовые размеры гофров: 130×32 мм, 150×50 мм, а в зарубежной практике применяются следующие размеры: $67,77 \times 12,7$; 100×22 ; $152,4 \times 50,8$; 200×55 и 400×150 мм (длина и высота гофра) [1].

Гофрированные трубы отличаются от технически гладких существенно большей шероховатостью, что связано с наличием на внутренней поверхности гофров. Среднее значение коэффициента шероховатости $n = 0,025 - 0,03$, а при наличии гофр больших размеров (более $152,4 \times 50,8$ мм) или наносов в лотковой части трубы коэффициент шероховатости может достигать 0,04. Наличие повышенной шероховатости приводит к существенно большим критическим уклонам гофрированных труб по сравнению с технически гладкими, значение которых в гофрированных трубах достигает 0,02 - 0,03. Поэтому для предотвращения снижения водопропускной способности уклоны гофрированных труб должны быть более 0,02 - 0,03 и, в крайнем случае, не меньше 0,01, то есть необходимо назначать уклоны трубы равными или более критического уклона ($i_T > i_K$). При уклоне трубы менее 0,01 необходимо учитывать снижение пропускной способности водопропускного сооружения.

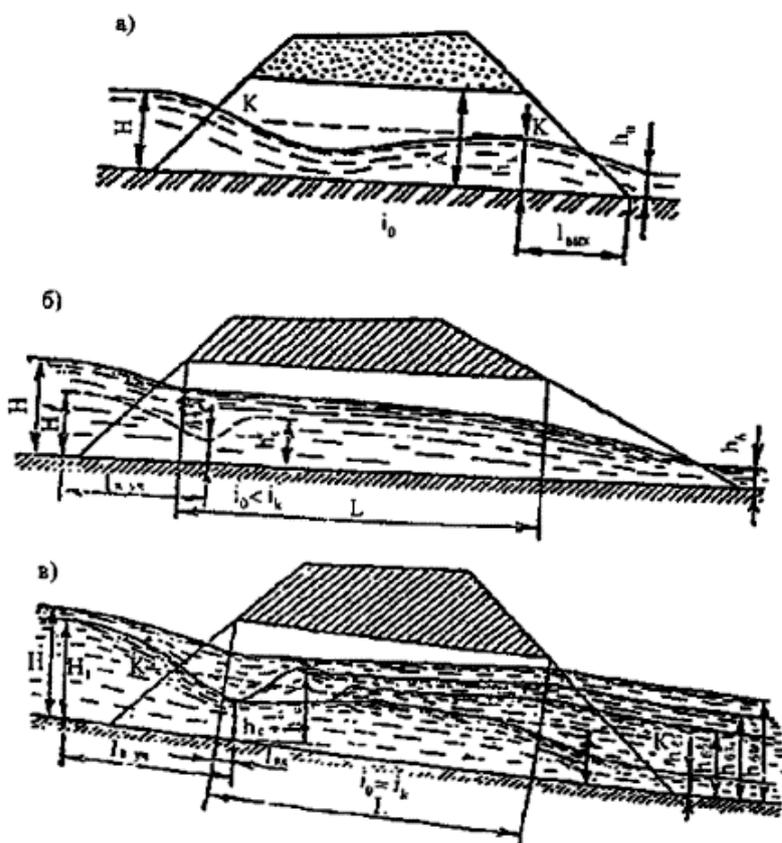
Водопропускные трубы из металлических гофрированных листов проектируются одновременно с грунтовой засыпкой таким образом, чтобы была обеспечена совместная их работа с окружающим грунтом насыпи.

При проектировании конструкций гофрированных труб проводятся следующие расчеты:

- производится расчет конструкции по предельному статическому равновесию с учетом неодинаковых вертикального и бокового давления грунта по контуру трубы при возведении насыпи и степени уплотнения грунта в грунтовой обойме;
- проверяется общая устойчивость формы поперечного сечения трубы;
- производится расчет стыковых соединений;
- предусматривается ограничение гибкости трубы с учетом требований транспортирования и монтажа конструкции;
- осуществляются гидравлические расчеты;
- проводятся расчеты осадки труб с обоймой под насыпью в ходе строительства и при последующей эксплуатации для назначения строительного подъема и принятия решения о конструкции основания.

Расчет труб на прочность и устойчивость осуществляется согласно требованиям ограничения предельных деформаций поперечного сечения трубы (предельные относительные изменения горизонтального или вертикального размеров не должны превышать 5 %), а гидравлические расчеты труб выполняются с учетом нижеприведенных особенностей.

При проектировании сопряжения трубы с насыпью, а также с подводящей и отводящей частями русла предусматривается укрепление откосов насыпи и русла, в том числе с использованием объемных георешеток, а также специальные ограждающие устройства при опасности засорения труб и в других необходимых случаях, специальные конструкции (водобойные колодцы, лотки), обеспечивающие устойчивость насыпей у труб и невозможность разрушения русла. Трубы отверстием до 3 м рассчитываются исходя из безнапорного режима работы сооружения. Водопропускные сооружения из гофрированных металлических структур отверстием более 3 м рассчитываются на пропуск водного потока только в безнапорном режиме и проектируются по нормам проектирования мостов.



а - «короткая»; б - «длинная»; в - «незатопленная» и «затопленная» с нижнего бьефа
Рисунок 1 - Схема протекания воды в равнинной трубе при безнапорном режиме

Пропускную способность металлических гофрированных труб устанавливают исходя из условий безнапорного режима пропускания потока и входа равнинного типа (рисунок 1), при которых перед сооружением при пропуске расчетного расхода образуется емкость, характеризующаяся подпертой глубиной. При этом поток поступает в трубу в спокойном состоянии. Вход указанного типа имеют все металлические гофрированные трубы (МГТ) без подходящих быстротоков, подводящих поток к сооружению в бурном состоянии. Для труб, имеющих на входе быстротоки, проверяется возможность сохранения безнапорного протекания при входе потока в трубу в бурном состоянии.

Расчет металлических гофрированных труб ведется в следующей последовательности [2]:

1) На основе анализа исходных данных по параметрам насыпи и характеристикам стока назначают тип трубы с учетом величины расхода, характера водотока. А также задаются начальным отверстием МГТ, исходя из того, что для МГТ на постоянных дорогах допускается только безнапорный режим и обязательное выполнение требования о величине зазора в МГТ.

2) Задаются параметрами продольного профиля трубы (уклоны на входе, выходе и в трубе, тип оголовков) и рассчитывают параметры расходов Q_p и Q_{max} .

3) Определяют "короткая" или "длинная" труба, сравнивая критический уклон с уклоном трубы.

4) Определяют подпертые глубины при Q_p и Q_{max} .

5) Определяют (для низких насыпей) возвышение бровки над подпертым уровнем для проектирования высоты укрепления откоса.

6) Рассчитывают глубины и скорости на выходе из МГТ.

7) Назначают начальный тип укрепления выходного русла (каменная наброска, плиты, монолитный бетон, сборные блоки и т. д.). Если $v_{e(max)} > v_{don}$, то меняют тип укрепления на более мощный, и так до тех пор, пока не будет удовлетворено условие $v_{e(max)} \leq v_{don}$ либо не будут исчерпаны все возможные типы укреплений.

8) Определяют глубины возможного размыва в выходном русле принятого типа. Если максимальная глубина размыва больше 2,5 м, то переходят на следующий, более мощный тип выходного русла и расчет повторяют.

9) Рассчитывают скорости и глубины потока на укреплении.

10) Рассчитывают ширину, укрепления и глубину заделки его концевой части с учетом растекания потока на укреплении и глубины, воронки размыва.

11) Если в результате расчетов осуществлен перебор всех допустимых отверстий МГТ и при этом не найден вариант, удовлетворяющий всем необходимым ограничениям, то можно изменить уклоны и водопропускной тракт перепроектировать.

Металлические гофрированные трубы, на пропускную способность которых при безнапорном режиме оказывает влияние их длина, называют «длинными» в гидравлическом отношении. У «коротких» это влияние отсутствует. «Короткими» считаются гофрированные трубы, для которых соблюдается условие

$$i_T > i_K \quad (1)$$

где i_T - уклон трубы по проекту,

i_K - критический уклон для труб данного отверстия.

Расход воды, пропускаемый безнапорной "короткой" неподтопленной металлической гофрированной трубой определяется по формуле

$$Q = m b_K \sqrt{2gH}^{2/3} \quad (2)$$

где m - коэффициент расхода;

$b_K = \omega_K / h_K$ - средняя ширина потока в сечении с критической глубиной h_K ;

ω_K - площадь поперечного сечения потока при глубине h_K ;

h_K - критическая глубина потока в МГТ.

Подпертую глубину перед безнапорными трубами определяют по формуле

$$H = \left(\frac{Q}{mb_k \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad (3)$$

При безнапорном режиме некоторое увеличение расхода, поступающего к гофрированной трубе, незначительно увеличивает глубину потока перед трубой. Это преимущество безнапорных гофрированных труб является очень существенным при их эксплуатации. В "длинной" МГТ при безнапорном режиме энергии потока недостаточно для протекания в бурном состоянии и он перейдет в спокойное состояние. Такой переход осуществляется гидравлическим прыжком, глубина потока в МГТ при этом резко возрастают и может произойти, смена безнапорного режима на полунапорный, частично напорный или напорный режимы, что опасно для нормальной работы МГТ. Поэтому второе преимущество безнапорного режима - его устойчивость для "длинных" труб должно проверяться. Эта опасность состоит в том, что полунапорный режим может переходить в напорный (зарядка МГТ) и обратно (срыв вакуума). Такие смены режима сопровождаются резкими колебаниями уровня воды перед насыпью и вибрациями МГТ, что сокращает срок ее службы.

Литература:

1. Интернет ресурс www.OpenGost.ru
2. ОДМ 218.2.001-2009 «Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах общего пользования с учетом региональных условий (дорожно-климатических зон)» Росавтодор.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

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

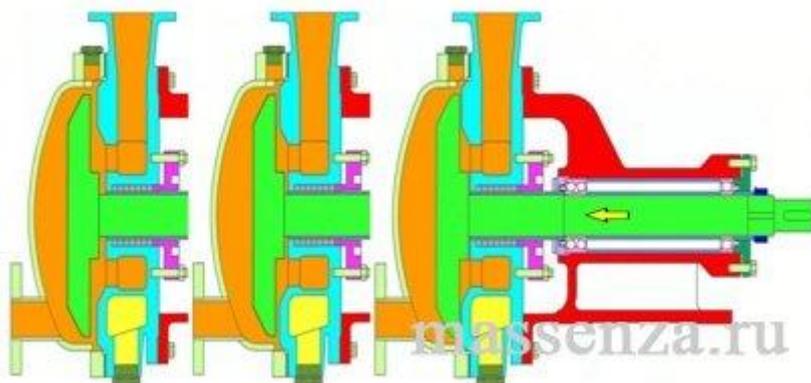
Оптимизация приготовления дорожных битумных эмульсий по сравнению с обычными битумами является возможность их применения при повышенной влажности, пониженной температуре окружающего воздуха, при одновременной экономии битума. Эмульсии, особенно прямые, обладают значительно меньшей вязкостью по сравнению с битумом, что позволяет производить дорожные работы холодным способом, исключаящим подогрев каменного материала, эмульсии и смесей на их основе.

Особенно важно, что эмульсии позволяют работать в таких неблагоприятных погодных условиях, когда даже в присутствии поверхностно-активных добавок невозможно добиться необходимого качества работ с использованием горячих смесей .

Новые технологии нуждаются в специальной эмульсии с высоким содержанием добавок, такие производят на установках циклического действия итальянского производства компании «MASSENZA». При непрерывной поточной системе невозможно добиться необходимой дисперсии и химической реакции этих добавок. Новые типы битумных эмульсий на сегодняшний момент имеют высокое содержание битума (от 60 до 90%); это значит, что содержание аминов и их растворение должно быть идеальным, что не соблюдается на установках с непрерывным рабочим циклом, так как время для растворения недостаточное. Ситуация осложняется с производством эмульсий с использованием полимерно-модифицированных битумов, используемых для обработки поверхностей покрытий, потребности в которых за последние годы значительно возросли (поверхностный слой износа, защитный слой из готовой битумно-эмульсионной смеси и т.д.). У этого типа эмульсий количество аминов значительно увеличивается, и хорошее растворение становится практически невозможным при поточном введении! По этой причине все крупнейшие производители эмульсий работают на установках циклического действия.

В отличии от российских аналогов в составе установки применяется высокоэффективная коллоидная мельница MASSENZA , специально спроектированная для производства

битумных эмульсий всех типов и марок. Коллоидная мельница имеет привод от электромотора 30 кВт. до 2500 об/мин. Имеет кожух масляного обогрева, а также ручную регулировку микрометрического зазора между ротором и статором в составе коллоидной мельницы, что обеспечивает возможность адаптирования процесса производства под конкретные исходные характеристики битума и конкретные рецепты битумной эмульсии. Коллоидные мельницы **MASSENZA** обеспечивают стабильное высокое качество помола битумных капель в битумной эмульсии. Мельница **MASSENZA** обладает специальной системой оснащенной внешним шестеренчатым насосом для подачи в мельницу.



Применение «мягкого» нагрева битумного вяжущего за счет работы масленогревательной станции, точный контроль температурных режимов. При приготовлении эмульсии исключительно важное значение имеет оптимальный выбор температуры и продолжительности процесса.

В итальянской установке **MASSENZA** в качестве источника тепла применяется теплоноситель – горячее масло. Подобная система «косвенного подогрева» обеспечивает следующие преимущества по сравнению с паровым, жаровым и электроподогревом российских установок **Давиал БАЗИС**. В первую очередь за счет масляного подогрева возможно одним контуром циркуляции масла обеспечить подогрев всего потребного оборудования: внутренние трубопроводы и агрегаты установки по производству эмульсии, а также всей вспомогательной инфраструктуры (трубопроводы, битумные насосы, емкости, клапаны, задвижки). При масляном «мягком подогреве» не происходит окисление и коксование битума, и соответственно его ухудшение и так не идеального по своим эксплуатационным характеристикам битумного вяжущего. Также масляные системы подогрева, как правило, наиболее эффективны с точки зрения эксплуатационных затрат на теплоэнергию.

В состав эмульсионных установок **MASSENZA** в стандартном исполнении включены резервуары для приготовления водно-эмульгаторного раствора объемом 4000 литров, что превышает объемы резервуаров российских аналогов. Данные резервуары изготавливают из стали со специальным защитным покрытием от воздействия агрессивных сред. В стандартном исполнении данные резервуары оснащаются уровнемером и низкоскоростной мешалкой для смешивания добавок. (Механическое перемешивание, температурное воздействие и время химической реакции – это те критерии, от обеспечения которых зависит качество приготовления водно-эмульгаторного раствора и дальнейшая его работа в составе битумной эмульсии).

Каждый резервуар приготовления водной фазы (водно-эмульгаторного раствора) в составе эмульсионных установок **MASSENZA** оснащается двумя специальными прозрачными дозаторами для дозирования эмульгатора и катализатора (кислота либо щелочь), за счет этого обеспечивается одновременная закачка реагентов, их не смешиваемость до попадания в водную среду и возможность визуального контроля за процессом закачки химических реагентов.

Для возможности транспортировки в контейнерах типов Flat Rac или 20 Open Top эмульсионная установка смонтирована на единой SKID раме.

Очень легкая сборка оборудования на объекте. Установки поставляются на 95% подготовленные к производству. Минимальные сроки ввода в эксплуатацию.

Удобная транспортировка и эксплуатация.

Возможность производства всех классов катионных и анионных битумных эмульсий.

Все клапаны снабжены переключателями безопасной работы для предотвращения неправильной эксплуатации.

ОЦЕНКА СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЯХ УСТРАИВАЕМОЙ СИНХРОННЫМ СПОСОБОМ

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

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

Шероховатая поверхностная обработка – это технологический процесс устройства на дорожных покрытиях тонких слоев с целью обеспечения шероховатости, водонепроницаемости, износостойкости и плотности дорожных покрытий.

Технология поверхностной обработки синхронным распределением вяжущего и щебня заключается в практически одновременном распределении битумной эмульсии и россыпи щебня (рисунок 1).



Рисунок 1 - Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов

При синхронном распределении битумной эмульсии и щебня разрыв между этими операциями не превышает 1 секунды, что существенно сказывается на повышении качества поверхностной обработки, так как за столь короткий промежуток времени распад эмульсии только начнется, и эмульсия в жидком состоянии заполнит все микропоры щебня и покрытия, покроет каждую щебенку тонким слоем вяжущего и обеспечит возможность хорошего уплотнения слоя поверхностной обработки.

Для реализации идеи поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня фирма SECMAIR разработала и выпускает широкую номенклатуру битумощебнераспределителей различной производительности.

Выпускаемые машины могут работать как при движении передним ходом, так и задним ходом (рисунок 2).

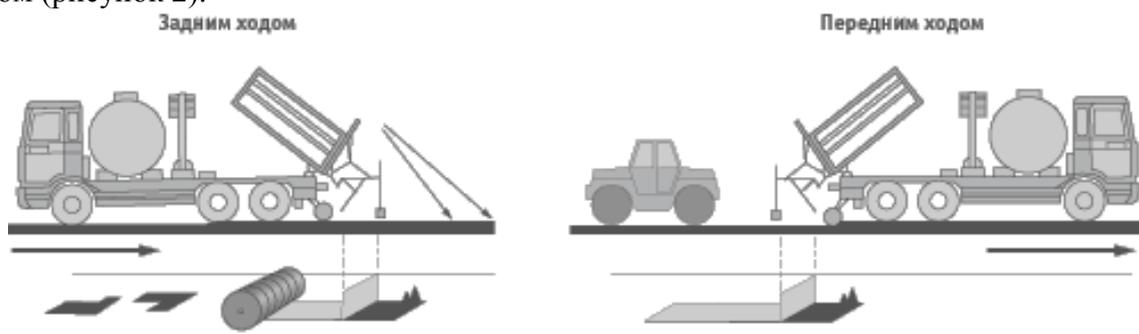


Рисунок 2 - Принципы работы машин для поверхностной обработки

Для устройства поверхностной обработки синхронным способом требуются материалы высокого качества. Поэтому битумная эмульсия и щебень предварительно должны пройти лабораторный контроль для подтверждения соответствия их характеристик требованиям действующих нормативных документов. По результатам испытаний выдается заключение об их соответствии требованиям соответствующим государственным стандартам.

Щебень поверхностной обработки воспринимает и передает на нижележащие слои дорожной одежды нагрузку от автомобилей, служит слоем износа и обеспечивает сцепление между покрытием дороги и колесами автомобилей и должен соответствовать требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ».

Каменный материал, применяемый для устройства поверхностной обработки, должен обладать высокими физико-механическими свойствами, такими как прочность, морозоустойчивость, сопротивление удару и износу (истиранию), хорошей прочностью сцепления с вяжущими. Соответствие каждой горной породы вяжущему определяют путем испытания в лабораторных условиях на прочность сцепления.

Форма щебенки должна быть как можно ближе к кубической, чтобы обеспечить устойчивое положение на поверхности покрытия. Яйцевидная форма щебенки, так называемая форма «колумбового яйца», не имеет стабильного положения. Плоские плитки и щебенки в виде вытянутой иглы хрупки и плохо укладываются в покрытие.

Щебень поверхностной обработки должен быть очень чистым. Наличие глины, даже в очень слабых пропорциях, весьма нежелательно, так как глина крайне гидрофильна, и сильное ее разбухание, которое происходит при наличии воды, приводит к тенденции разрыва главной связки «вяжущее – щебень». В случае наличия повышенного содержания пылевато-глинистых частиц и нефракционированного щебня применяют дробильно-сортировочные агрегаты, обеспечивающие получение фракций щебня 5-10 мм, 10-15 мм, 15-20 мм, 20-25 мм, а также мойки для очистки и обеспыливания, транспортеры для перемещения щебня. При этом устраивается площадка для сушки и складирования щебня.

Правильно выбранная форма и размер щебенки формируют шероховатость поверхностной обработки, обеспечивают снижение шума в салоне автомобиля при движении.

Выбор размера щебня имеет качественное значение. Известно, что размеры щебня порядка 10–15 мм и 15–20 мм вызывают довольно высокий уровень шума в салоне автомобиля и мешают прослушиванию музыки при скорости движения более 130 км/ч. Поэтому отдают предпочтение поверхностной обработке из щебня фракций 5–10 мм.

При назначении требований к размеру щебня так же необходимо учитывать исключение возможности разбития лобовых стекол автомобилей щебенками, вылетающими из-под колес автомобилей при движении с высокой скоростью. Использование мелкозернистого щебня позволяет практически полностью решить такую проблему.

Для устройства поверхностных обработок применяют щебень марки не ниже 1200 по ГОСТ 8267-93 из трудношлифуемых изверженных и метаморфических горных пород для автомобильных дорог I и II категорий, марки 1000 – для дорог III категории и марки не ниже 800 – для дорог IV категории, фракций 5–10, 10–15, 15–20 мм (допускается применение щебня фракций 5–15 и 10–20 мм при условии обеспечения коэффициента сцепления) преимущественно кубовидной формы зерен (зерна пластинчатой формы составляют не более 15%).

Содержание пылеватых, глинистых и илистых частиц в щебне не должно превышать 1% массы. Выбор фракции щебня производят в зависимости от твердости дорожного покрытия.

При устройстве поверхностной обработки синхронным способом с использованием эмульсий применяют преимущественно катионные битумные эмульсии класса ЭБК-1, ЭБК-2, отвечающие требованиям ГОСТ 52128-2003. В условиях III – IV дорожно-климатических зон и при благоприятных погодных условиях во II зоне допускается применение анионных эмульсий класса ЭБА-1, ЭБА-2.

Согласно ГОСТ 52128-2003 битумные эмульсии должны пройти следующие лабораторные испытания:

- определение устойчивости эмульсии при перемешивании с минеральными материалами (определение класса эмульсии по способности эмульсии образовывать равномерную, однородную по цвету смесь при смешивании ее с минеральными материалами плотного и пористого зерновых составов);

- определение сцепления эмульсий 1-го и 2-го классов с поверхностью щебня (оценка степени сохранности пленки вяжущего на зернах щебня после кипячения в дистиллированной воде);

- определение сцепления эмульсий 3-го класса с минеральной частью смеси (оценка степени сохранности пленки вяжущего на поверхности минеральных материалов после кипячения в дистиллированной воде);

При устройстве одиночной поверхностной обработки на катионных битумных эмульсиях используют необработанный органическим вяжущим щебень, на анионных эмульсиях – преимущественно черный щебень. При плохом сцеплении щебня и вяжущего используют щебень, предварительно обработанный вяжущим в установке, и различные поверхностно-активные вещества в качестве добавок к вяжущему.

ВЛИЯНИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ПЛАВЯЩУЮ СПОСОБНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

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

В настоящее время дорожные службы в зимний период времени сталкиваются с серьезной проблемой: борьба со скользкостью на дорогах. Эффективность работ по борьбе с гололедом на дорогах и городских улицах напрямую зависит от качества и видов антигололедных материалов. В настоящее время российские дорожные службы столкнулись с тем, что хоть и рынок антигололедных реагентов велик, но нет такого соответствия цены и качества, либо же влияние антигололедного реагента на окружающую среду очень велик.

В связи с этим было много проведено исследований и экспериментов с выявлением оптимального антигололедного реагента и изучены их свойства.

Главными свойствами антигололедного реагента является плавящая способность композиционного материала. Плавящая способность антигололедного реагента зависит от скорости растворения композиционного материала и количества выделяемой теплоты при взаимодействии реагента со льдом. По проведенным исследованиям можно выявить то, что с улучшением состава композиционных материалов увеличивается плавящая способность композиционного материала.

Для исследований плавящей способности были выбраны различные виды антигололедных реагентов.

Исследования по определению плавящей способности проходили согласно ОДМ «Методика испытаний противогололедных материалов». Суть определения плавящей способности определяется по изменению массы льда до и после обработки антигололедного реагента за определенное время при заданной температуре. Плавящую способность антигололедного реагента в зависимости от его химического состава устанавливают в следующих температурных интервалах: 0...-4 °С; -8...-12 °С; -16...-20 °С. Продолжительность испытания равняется 2 часа.

Исследования показали следующее: Техническая соль является эффективным противогололедным реагентом, доступна по цене, ее запасы велики, но весомым негативным фактором является то, что NaCl пагубно воздействует на окружающую среду, а так же вызывает коррозию асфальтобетона и железа. Согласно исследованию ученых была выявлена плавящая способность данного противогололедного материала и проанализировав

состав данного реагента было выявлено, что в составе находится 97% NaCl и только он влияет на плавящую способность. Проанализировав исследования ученых можно увидеть, что при низких температурах данный противогололедный реагент неэффективен. NaCl может выступать в качестве антигололедного реагента только при температуре не ниже минус 21°C.

Хлористый кальций модифицированный (ХКМ). Является явным конкурентом технической соли так как он менее влияет на окружающую среду и асфальтобетон, может работать при более низких температурах вплоть до минус 55 °С. ХКМ имеет высокую плавящую способность, и долгое время не дает образовываться наледи и накатов на обработанной поверхности. ХКМ имеет преимущество перед многими антигололедными реагентами, так как обладает большой плавящей способностью: 1 г ХКМ за 1 минуту растапливает 0,11 г льда. Выделяемое при этом тепло способно в 3-4 раза быстрее по сравнению с технической солью ликвидировать снежный накат и наледи на покрытии. Исследования показали, что при температуре воздуха -2-4 °С и толщине льда 3-5 мм необходимы 35 г реагента на 1 кв. м. При температуре -10-15 °С и толщине льда 1-2 мм — 45 г/кв. м.

Несмотря на ряд преимуществ ХКМ по сравнению с другими антигололедными реагентами ХКМ имеет ряд недостатков: срок действия реагента составляет 3 часа, что приводит к тому, что дороги в течение суток необходимо обрабатывать несколько раз. Так же ученые МАДИ выявили, что при применении антигололедного реагента ХКМ уменьшается сцепление шин автомобиля с покрытием на 30% т.к. ХКМ притягивает влагу и покрытие становится мокрым, что повышает вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Так же в результате исследований было выявлено, что при наличии на покрытии масляной пленки или бензина, а также поры асфальтобетона забиты резиновой крошкой, то эффективность использования антигололедного реагента ХКМ снижается.

На сегодняшний день большой ошибкой при использовании ХКМ является то, что его расход увеличивают по сравнению с рекомендационным. Данный процесс и вызывает вышеперечисленные процессы. Для избегания влияния антигололедного реагента ХКМ на асфальтобетонное покрытие и окружающую среду. Рекомендуются составы не оказывают отрицательного влияния на объекты окружающей среды и здоровье населения, целесообразно применять в концентрациях, предусмотренных техническими условиями. Прежде, чем использовать препарат, дорогу следует очистить от снега, а смесь убрать не позже чем через 20-25 минут после распыления.

Комплексный антигололедный реагент является многокомпонентным ПГМ (противогололедным материалом) на основе хлористых солей с ингибиторами коррозии. Рекомендуется к применению при зимнем содержании дорожных покрытий федеральных, территориальных и городских автомобильных дорог. **ХКНМ** - это сложная гранулированная смесь безводного хлористого кальция и выпаренного хлористого натрия с добавлением ингибитора коррозии. Активные компоненты хлорида натрия дают возможность гранулам реагента глубже проникнуть сквозь лед к поверхности дорожного полотна и разрушить сцепление льда и покрытия. А хлорид кальция позволяет увеличить скорость таяния льда и, как следствие, снижает количество ионов натрия, что ведет к уменьшению их вредного воздействия на окружающую среду. Он может применяться как на дорогах с крепким ледяным покрытием, так и в снегопад в диапазоне температур до -25°C. Данный вид антигололедного реагента показал следующие преимущества перед другими видами антигололедных реагентов:

1. Обладает наибольшей плавящей способностью льда по сравнению с другими антигололедными реагентами;
2. Расход данного реагента сокращается по отношению к другим антигололедным реагентам на 40-75%;
3. Не оставляет следов на асфальтобетонном покрытии;

4. Не воздействует на окружающую среду, а также не содержит тяжелых металлов и примесей.

Эффективный тепловой режим использования антигололедного реагента составляет -24°C .

Проанализировав вышеперечисленные антигололедные реагенты можно увидеть, что для борьбы с гололедом в Алтайском крае рекомендуется применять комплексный антигололедный реагент КА-1, так как он обладает большей плавящей способностью из за того что правильно подобран состав композиционного материала. КА-1 не оказывает особого пагубного влияния на окружающую среду и асфальтобетонное покрытие, так как в состав данного реагента входит противокоррозионная добавка. Так же данный антигололедный реагент эффективно может применяться при низких температурах, которые характерны для Алтайского края. Противогололедный реагент ХКМ также можно эффективно применять на дорогах Алтайского края, но если сравнивать с антигололедным реагентом КА-1, то экономически нецелесообразно будет использовании ХКМ, так как данным антигололедным реагентом необходимо несколько раз обрабатывать автомобильные дороги.

Список использованной литературы:

1. ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на дорогах»
2. Обзорная информация Автомобильные дороги и мосты. Противогололедные материалы для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и городских улицах. Обзорная информация. Выпуск 4.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕСКОСОЛЯНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ

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

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

Пескосоляная смесь (или пескосоле) – это традиционный метод борьбы с гололедом, который используется дорожно-эксплуатационными службами уже много лет. Действие смеси – комбинированное. Соль в ее составе способствует таянию льда и снежного наката, а песок делает поверхность дороги шероховатой, понижая аварийность. Песчано-солевая смесь эффективна и недорога, но имеет некоторые ограничения по использованию и лучше всего подходит для обработки автомобильных дорог.[1,2]

Традиционная песчано-солевая смесь представляет собой речной или карьерный песок, с нормируемым зерновым составом ($M_x \geq 1,5$), смешанный с технической солью (хлористым натрием) в определенной пропорции. Пескосоляная смесь должна иметь в своем составе не менее 10 % соли. Традиционная пескосоляная смесь, включает 70%песка и 30%хлористого натрия. Для большей эффективности защиты дорог от наледи, содержание песка уменьшают по отношению к соли, а составляющую технической соли увеличивают до 50-70%. Чем ниже температура и чем больше слой льда, тем выше процент содержания соли в пескосоляной смеси. Иногда песчано-солевая смесь изготавливается с использованием хлористого кальция или бишофита.

Основное преимущество, которым обладает песчано-солевая смесь – это комбинированный (химический и физический) метод воздействия на обледеневшую поверхность. Соль способствует таянию снега и облегчает очистку дорожного полотна, а песок начинает обеспечивать сцепление колес с дорожным покрытием еще до того, как соль растопит снег или лед. Кроме того, известно, что при температуре ниже -35 градусов большинство химических реагентов, включая техническую соль, неэффективно. Песок в этом случае позволяет обеспечить комфортное и безопасное передвижение по обледеневшей поверхности.

Активность пескосоли при температуре до -25 градусов обусловлена тем, что песчано-солевая смесь содержит хлористый натрий, который способствует таянию снега и льда. Но в виде раствора соль разъедает обувь, а если превышена допустимая концентрация, то она может губительно воздействовать на растения при попадании в почву. Поэтому применение этого реагента ограничено автомобильными дорогами, где пескосоляная смесь показала себя как эффективный и недорогой метод борьбы с обледенением.

Нормативный срок ликвидации зимней скользкости на проезжей части автомобильных дорог составляет не более 4 ч – для дорог категории ІВ и 5 ч – для ІІ и ІІІ категории (время ликвидации зимней скользкости с проезжей части отсчитывается с момента ее образования).

В условиях среднесуточной температуре -8°C обработка дорожных покрытий производится пескосоляной смесью с содержанием технического хлористого натрия в количестве 10%, а при среднесуточной температуре -12°C - 20%. Эффективность борьбы с зимней скользкостью повышается с увеличением количества соли в смеси.

Обработка пескосоляной смесью в первую очередь проводится, при каждом случае появления зимней скользкости, на участках с плохой видимостью, крутыми уклонами и кривыми малого радиуса, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях и подходах к ним и во всех других местах, где особенно часто может требоваться экстренное торможение. Работа проводится согласно проекту организации содержания дороги. Работа считается законченной, если снежно-ледяные отложения удалены с проезжей части полностью.

С целью предупреждения образования снежного наката в период снегопада распределение пескосоляной смеси производится непосредственно во время снегопада, пока свежавыпавший снег еще не уплотнился в результате движения автомобилей. К распределению приступают после того, как на проезжей части образуется слой снега, достаточный для закрепления в нем химических добавок. Это позволяет сохранить выпавший на покрытие снег в рыхлом состоянии

В настоящее время проводятся экспериментальные работы по определению оптимального комплексного состава дополнительной добавки Р-1 для использования в условиях резко-континентального климата Юго-Западной Сибири. В таком составе будут предусмотрены компоненты, которые экологически безвредны, имеют низкую температуру плавления ниже, чем при использовании NaCl . Исследования в этом направлении в настоящее время продолжаются.

Список литературы:

1. Меренцова Г.С., Строганов Е.В. Пути повышения сцепления фрикционных материалов с обледенелыми дорожными покрытиями // Горизонты образования. Научно-образовательный журнал АлтГТУ год 2006. Выпуск 8. 3-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. <http://edu.secna.ru/main/revien/2006/n8/>

2. Меренцова Г.С., Строганов Е.В. Повышение эффективности применения пескосоляных смесей для ликвидации зимней скользкости // Материалы 63-й научно-технической конференции СибАДИ. - Омск, 2009. Книга 2. – с. 127-131

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОДПОРНЫХ СТЕНОК НА КОСОГОРНЫХ УЧАСТКАХ ГОРНЫХ ДОРОГ

Шугаева В.С. – студент гр.АДА-81, Строганов Е.В. – старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При проектировании земляного полотна в виде насыпей или выемок на склонах предусматриваются меры по обеспечению устойчивости самого склона, на котором

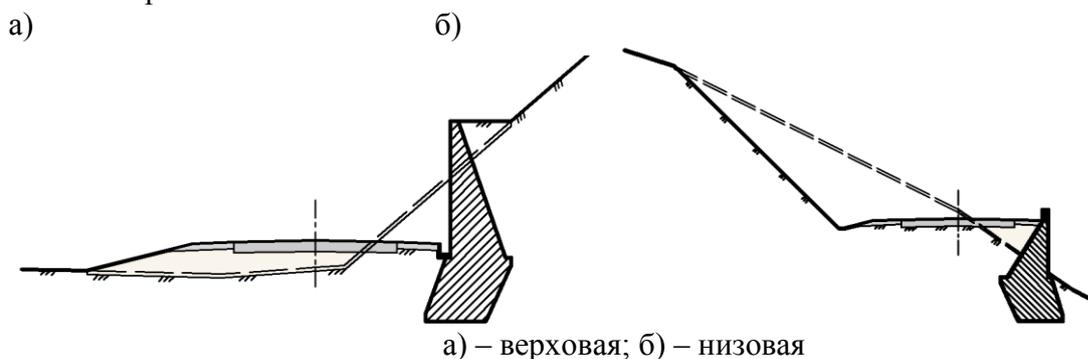
сооружается земляное полотно, или защищается земляное полотно от оползневых процессов, возникающих на склоне в его природном состоянии.

Основными мерами по повышению устойчивости земляного полотна на косогорных участках является применение подпорных стенок. Подпорные стенки устраивают на естественном основании – монолитные, сборные или на искусственном – сваи (при слабом грунте).

По способу размещения подпорные стенки (рисунок 1) классифицируются на два вида:

- *верховая подпорная стена*, устраивается для придания устойчивости откоса выемки;

- *низовая подпорная стена*, устраивается для придания устойчивости откосу насыпи, на крутом косогоре.



а) – верховая; б) – низовая

Рисунок 1 – Виды подпорных стен по способу размещения

В настоящее время проектируют несколько разновидностей подпорных стенок: монолитные; сборные; «одевающие»; габионы.

Одними из наиболее прогрессивных в настоящее время являются «одевающиеся» подпорные стенки, которые применяются при проектировании дорог на таких, значимых объектах как Олимпийские объекты г.Сочи (рисунок 2). Дороги пролегают в горной местности на слабых грунтах, поэтому было предусмотрено дополнительное, анкерное, укрепление ростверка, на участках габионных подпорных стен. Одевающие подпорные стены, устраиваемые на сваях – колоннах, которые оборачивают специальным геосинтетическим материалом, с последующим бетонным набрызгом.



Рисунок 2 – Внешний вид «одевающихся» подпорных стенок на дорогах Сочи

В ряде случаев проектируют такие подпорные стены комбинированной конструкции, сочетающие монолитную массивную часть со сборными железобетонными элементами. В массив стенки закладывают железобетонные консольные плиты или анкерные элементы (при устройстве подпорных стен на слабых грунтах).

В целях повышения технико-экономической эффективности функционирования свайных поддерживающих сооружений (увеличение удерживающей способности, снижение

материалоемкости) следует применять их заанкеривание грунтовыми, предварительно напрягаемыми анкерами в уровне низа плиты ростверка. При этом наиболее рациональной является схема расположения свай в два ряда в шахматном порядке [1].

Расчет монолитных бетонных стенок, одевающих подпорных стен ведут по трем схемам: сдвиг по подошве фундамента (плоский сдвиг); опрокидывание вокруг внешнего ребра подошвы стенки; сдвиг по поверхности, проходящей на некоторой глубине в основании.

На сегодняшний день существуют различные виды подпорных стенок, так например, довольно часто для возведения подпорных стен применяют габионные конструкции (рисунок 3).

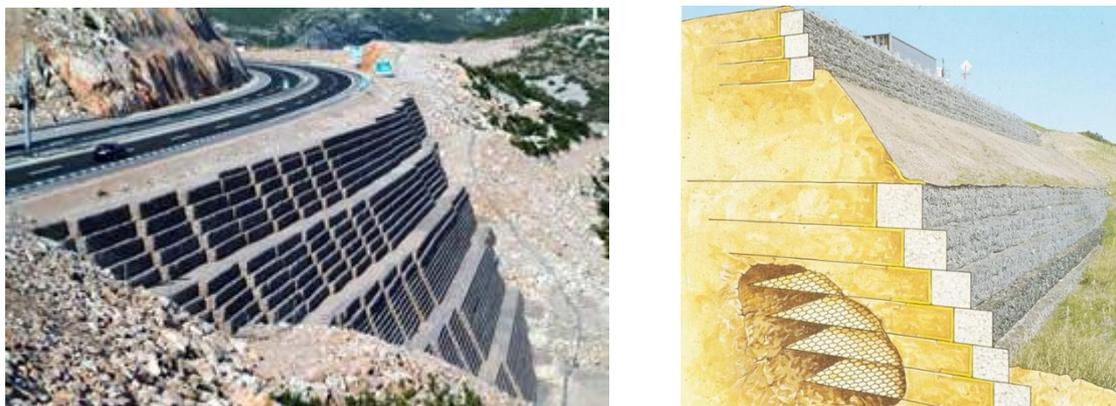


Рисунок 3 – Внешний вид армогрунтовых подпорных стенок

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

- для их возведения не требуется специальной дорогостоящей техники;
- не требуется время на набор прочности бетона, что может сдержать темпы сооружения земляного полотна

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

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

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

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

Литература:

1. Методические рекомендации по проектированию и строительству поддерживающих сооружений земляного полотна автомобильных дорог в оползневых районах на базе буронабивных свай и анкерных креплений. Москва.
2. Интернет-ресурс http://www.areangeo.ru/m/30/armogruntovye_podpornye_stenki.html

ВЛИЯНИЕ АДГЕЗИОННЫХ ДОБАВОК НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Голиков А.О. – студент, Чуб Н.В. – ассистент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

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

Для нейтрализации возникновения дефектов в асфальтобетонном покрытии необходимо, с одной стороны, повысить адгезионную прочность крупного заполнителя с органическим вяжущим, с другой - повысить трещиностойкость асфальтобетона.

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

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

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

-При работе используются следующие отходы промышленности: резиновая крошка, резино-тканевая крошка, подвулканизированная латексная смесь и её выпрессовки.

При использовании резиновой крошки от 0 до 1.0 мм трещиностойкость возрастает на 25 %. С уменьшением размера частиц трещиностойкость увеличивается. Особенно эффективно применение частиц крошки от 0.15 мм и меньше. Частицы меньше 0.08 за время перемешивания распадаются, составляющие модифицируют битум, улучшая его свойства. При небольших размерах частиц крошка распределяется по массе асфальтобетонной смеси более равномерно повышая упругую деформацию при отрицательных температурах. Резиновая крошка обладает органическим сходством с компонентами битума и при их физико-механическом взаимодействии получается новый однородный материал, выгодно отличающийся от исходного.

Использование каучуковой крошки также является эффективным направлением при получении вяжущего для асфальтобетона, т.к. совмещение их с битумом не вызывает затруднений. Каучуки при смешивании с битумами создают в них самостоятельную решётку, способную воспринимать механические и температурные деформации композита без растрескивания. Для увеличения прочности битумно-каучуковых материалов прибегают к частичной или полной вулканизации каучука в композиции; при этом каучук сначала набухает в битуме, а затем диффузионно распределяется в нем. Это приводит к снижению хрупкости и повышению теплостойкости материала.

К наиболее известным способам модифицирования дорожных битумов относится добавление резиновой крошки в расплав с температурой 160-180 °С. при которой происходит девулканизация резины высвобождение макромолекул каучука и сплавление его с битумом. Крошку получают дроблением старых автопокрышек и других резинотехнических изделий. Количество добавляемой крошки составляет 12-20 % от массы

расплавленного битума. Добавки резиновой крошки термореактивных полимеров позволяют повысить деформативность и эластичность, снизить шумовой эффект. В результате набухания полимеров в битумной среде возникает вторичная структура, взаимодействующая с битумом через поверхность раздела.

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

С целью повышения качества асфальтобетонов уже многие годы в различных странах проводятся работы по изысканию модификаторов, улучшающих их эксплуатационные характеристики. Важной особенностью использования присутствующих на рынке модификаторов при изготовлении асфальтобетонных смесей является необходимость предварительного их ввода в битум при высоких температурах и выдержки в течение довольно длительного времени. Это требует установки на заводах дополнительного оборудования, а также совершенствования системы хранения модифицированного битума для предотвращения расслоения фаз и системы подачи его в узел смешения при изготовлении асфальтобетонной смеси. Кроме того, длительный нагрев битума с резиновой крошкой способствует дополнительному структурированию резиновой составляющей, что отрицательно сказывается на смачивающей способности битума.

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

Применение модифицированной резиновой крошки в битумном вяжущем целесообразно для применения асфальтирования асфальтобетонных показателей асфальтирования дорог. Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое. Невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной эффективностью.

РАСЧЕТ ПЛИТЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «PLASTINA»

Лялин М.Е., Мухопад А.Д. – студент, Калько И.К. – к.т.н. доцент

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

Мостовые переходы являются важными транспортными сооружениями в инфраструктуре путей сообщения населенных пунктов и регионов. С ростом интенсивности движения по автомобильным дорогам увеличиваются нагрузки на дорожное полотно, следовательно, необходимо учитывать при проектировании автомобильных дорог, мостовых переходов новый ГОСТ Р 52748-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения»

Плита проезжей части ребристых пролетных строений находится в сложном напряженном состоянии, когда усилия могут возникать в двух направлениях - в продольном (вдоль моста) и поперечном.

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

Работа плиты в поперечном направлении зависит от конструктивной схемы пролетных строений, где плиты соседних балок омоноличены, плиту следует рассматривать как многопролетную на упруго оседающих опорах, которыми являются главные балки. В пролетных строениях с диафрагмами, где плиты соседних балок не объединены, плиты следует рассматривать как консольные или как плиты, три стороны которых закреплены по стенке главной балки и диафрагмам, а одна сторона не имеет опоры. В случае, когда плиты соседних балок объединены и соотношение длин сторон плиты менее 2, плиты следует рассматривать как плиты, четыре стороны которых защемлены (опирание на 4 канта).

В данной работе рассмотрены: работа плиты бездиафрагменного пролетного строения на расчетные схемы нагружения по прежним нормативам и перерасчет на схемы нагружения о габариты приближения в соответствии с ГОСТ Р 52748-2007; расчет плиты для ребристого пролетного строения при наличии диафрагм по методу академика Б. Г. Галеркина и расчет плиты, жестко заделанной по контуру с помощью программы «Пластина».

Первый вариант работы пластины был заимствован из учебного пособия «Примеры расчета железобетонных мостов» под редакцией Я. Д. Лившица.

Пролетное строение (далее ПС) комплектуется из шести бездиафрагменных балок стенового изготовления длиной 24 м (рисунок 1). В поперечном направлении балки соединяются монолитными стыками на петлевых выпусках. Ширина стыка (30 см) соответствует принятому расстоянию между осями балок 2,1 м.

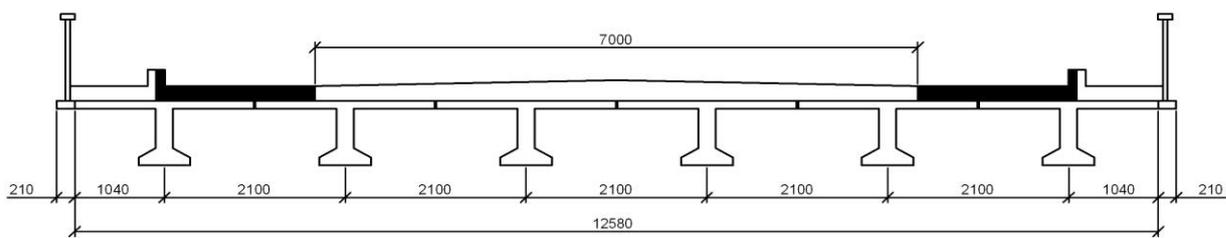


Рисунок 1 – поперечное сечение пролетного строения

Сборные балки приняты из бетона класса В40, арматура предварительно напряженная пучковая из стали класса В-П D=5 мм, обычная, класса А-П

Плита рассчитывается на временную нагрузку АК в соответствии с новым нормативным документом ГОСТ Р 52748 - 2007. В данном случае загрузки в пролете плиты размещается одна колея нагрузки АК (рисунок 2).

При интенсивности полосовой нагрузки $q_{пол} = 14$ кН/м равномерно распределенная вдоль колеи нагрузка

$$q_{кол} = 11/2 \text{ кН/м.}$$

При ширине колеи $b = 0,6$ м и распределении нагрузки в толще дорожной одежды $H = 0,15$ под углом 45° ширина площадки распределения нагрузки вдоль пролета плиты:

$$b_1 = b + 2H = 0,6 + 0,3 = 0,9 \text{ м.}$$

Интенсивность такой нагрузки на 1 м^2

$$q_k = q_{кол}/b_1 = 7,78 \text{ кПа.}$$

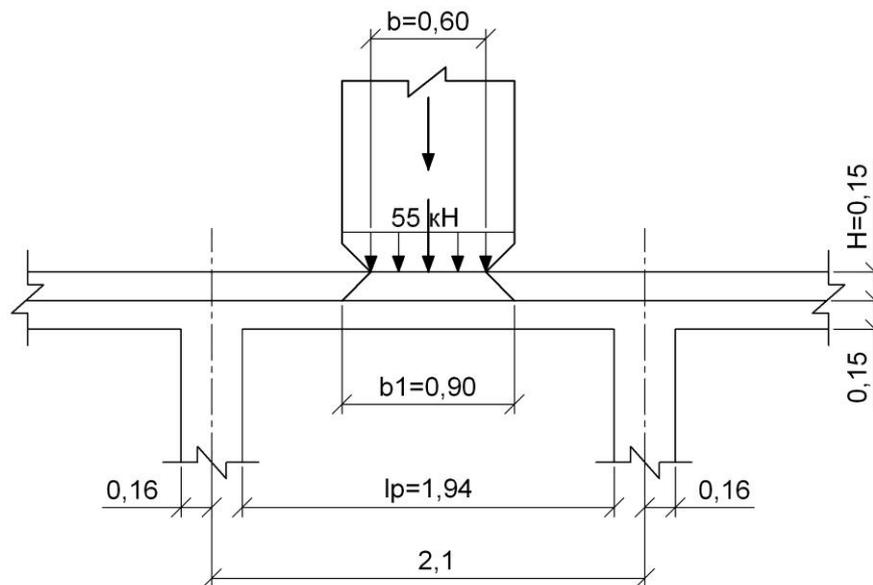


Рисунок 2 – Загружение плиты одной колеей нагрузки АК

Давление одного колеса тележки действует по ширине колеи на длине 0,2 м. Поперек пролета плиты ширина площадки распределения принимается:

$$a_1 = a + 2H + l_p/3 = 0,2 + 0,15 \cdot 2 + 1,94/3 = 1,15,$$

но не менее

$$2/3 \cdot l_p = 1,29 \text{ м.}$$

Интенсивность нагрузки от одного колеса тележки при давлении на ось $P_{At} = 140 \text{ кН}$

$$q_T = \frac{140}{2 \cdot 1,29 \cdot 0,9} = 60,3 \text{ кПа}$$

Динамический коэффициент $1 + \mu$ при длине загрузки $\lambda = l_p = 1,94 \text{ м}$

$$1 + \mu = 1 + \frac{45 - \lambda}{135} = 1 + \frac{45 - 1,94}{135} = 1,3$$

Для полосы плиты шириной 1 м изгибающий момент в середине пролета:

$$M_0 = \frac{g \cdot l_p^2}{8} + (1 + \mu) \cdot (\gamma_{fa} q_k + \lambda_{fAt} q_k) \cdot b_1 \cdot \frac{l_p - 0,5 \cdot b_1}{4} = 48,05 \text{ кН}$$

$$M_{0п} = \frac{g_{п} \cdot l_p^2}{8} + (q_k + q_T) \cdot b_1 \cdot \frac{l_p - 0,5 \cdot b_1}{4} = 24,06 \text{ кН}$$

Здесь $\gamma_{fa} = 1,2$ – коэффициент надежности для полосовой нагрузки; $= 1,5$ – то же, для тележки при расчете элементов проезжей части моста.

Исходя из рассмотренного примера, можно сделать вывод о том, что определение внутренних усилий в плите проезжей части моста приближенным методом представляет собой довольно громоздкие вычисления, особенно в сравнении с последующими методами расчета.

Сравнивая усилия, определенные по новому ГОСТу и старым нормативам, получили, что они увеличились на 23%.

При расчете плиты ребристого пролетного строения с диафрагмами по методу академика Б.Г. Галеркина приняли расстояние между диафрагмами равными расстоянию в осях между балками пролетного строения

Расчетная схема соответствует опиранию плиты на 4 канта при жестком сопряжении плиты с диафрагмами и балками.

Наибольший изгибающий момент при опирании плиты на 4 канта определяется по формуле:

$$M = a \cdot q \cdot \alpha^2$$

где q - расчетное давление на 1 см^2 плиты;

a – коэффициенты, полученные академиком Б. Г. Галеркиным;

α – коэффициент, зависящий от отношения более длинной стороны b к более короткой a .

При $b/a = 1$; $a = 0,048$

Наибольший изгибающий момент равен

$$M = 0,048 \cdot 60,3 \cdot 1^2 = 2,89 \text{ кНм}$$

При расчете плиты с помощью программы «Plastina» можно определить усилия M , Q и крутящий момент в любой точке с построением эпюр в продольном и поперечном направлениях.

Значение изгибающего момента

$$M_{\max} = 0,437 \quad M_{\min} = -0,388,$$

поперечной силы

$$Q_{\max} = 1,525 \quad Q_{\min} = -1,525 \text{ по линии GH}$$

$$Q_{\max} = 0,498 \quad Q_{\min} = -0,498 \text{ по линии EF}$$

Значение крутящего момента по линиям симметрии равно нулю.

Полученные максимальные значения после расчета в программе существенно меньше полученных расчетом по методу академика Б.Г. Галеркина. На основании полученных результатов можно сделать несколько выводов: во-первых, метод академика Б.Г. Галеркина может давать завышенный результат из-за своей универсальности и несовершенства расчета коэффициентов, во-вторых следует продолжить испытания программы «Plastina» с целью подтверждения правильности расчетов, осуществляемых с её помощью.

Сравним с расчетной схемой, которая соответствует опиранию плиты на 3 канта.

Наибольший изгибающий момент при опирании плиты на 3 канта определяется по формуле:

$$M = a \cdot q \cdot \alpha^2,$$

где q - расчетное давление на 1 см^2 плиты;

β – коэффициенты, полученные академиком Б. Г. Галеркиным, приведены в таблице 2

α – длина свободного края

При $b_1/a = 0,5$; $a = 0,060$

Наибольший изгибающий момент равен

$$M = 0,060 \cdot 60,3 \cdot 1^2 = 3,62 \text{ кНм}$$

Таким образом, при опирании плиты на 3 канта наибольший изгибающий момент возрастает сразу на 25%, и замоноличивание стыков плит является правильным решением для уменьшения наибольших нагрузок на плиты пролетного строения мостового перехода.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ЭМУЛЬСИОННО-ЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПОКРЫТИЙ ТРОТУАРОВ В МЕСТАХ ИНТЕНСИВНОГО ДВИЖЕНИЯ ПЕШЕХОДОВ

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

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

В настоящее время в России ведется значительный объем работ по реконструкции существующих дорог, строительству новых дорог, а также ремонту и реконструкции городских улиц. Однако, проблема недостаточно качественного покрытия тротуаров и других мест интенсивного движения пешеходов решается не так активно. В связи с этим было решено исследовать возможность использования эмульсионно-щебеночных смесей для устройства покрытия тротуаров, так как они обладают лучшими по ряду параметров эксплуатационными характеристиками, а также технологиями укладки, позволяющими сэкономить значительное количество времени и трудозатрат.

Однако, имеющиеся в распоряжении методы подбора составов устарели и не соответствуют современному уровню знаний и не позволяют провести качественный анализ состава и свойств эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС), в частности эмульсионно-щебеночных для оптимизации её состава в соответствии с теми требованиями, которые к ней предъявляются для использования в качестве покрытий тротуаров и мест интенсивного движения пешеходов.

Для дальнейших исследований и подбора составов эмульсионно-щебеночных смесей планируется использовать методику, показанную в блок-схеме на рисунке 1, разработанной на основании исследований [1] и анализа ряда методик, разработанных в США и Западной Европе. В блок-схеме можно выделить четыре основных этапа: предварительный этап, подготовительный этап, этап определения физико-механических характеристик и этап проведения специальных исследований.



Рисунок 1 – Блок-схема методики подбора состава ЭМС

Данная блок-схема дает возможность осуществить выбор такой пропорции компонентов ЭМС, которая при оптимальном соотношении затрат и достигаемых при этом свойств дорожных бетонов на основе ЭМС позволит получить материал, соответствующий своему назначению, а именно создание элементов покрытий тротуаров. При этом, исходными данными для подбора состава и его дальнейшей оптимизации являются: область применения, технологическая схема приготовления, типы крупного и мелкого заполнителей, битумная эмульсия.

Таким образом, для оптимизации состава в соответствии с областью применения дорожного бетона из ЭМС, должны комплексно оцениваться все явления, происходящие при взаимодействии составных частей битумной эмульсии, а также эмульсии с минеральными материалами и дополнительными компонентами ЭМС, такими как модификаторы вяжущего (адгезионные присадки, полимеры), волокна (целлюлозные, синтетические и др.) и другими.

Отметим основные моменты, которые необходимо учитывать на этапах подбора составов: на предварительном этапе предлагается провести отбор и оценку свойств минеральных материалов и вяжущего. Пропорции минеральных материалов необходимо выбирать исходя из планируемой области применения. Для определения первоначального количества битумной эмульсии предлагается использовать понятие «модуль содержания битума в смеси», методика расчета которого подробно изложена в [2].

В соответствии с рекомендациями [1] для подбора состава и предварительной оценки пригодности типа вяжущего достаточно использовать визуальный метод оценки степени адгезии по площади поверхности минеральной части, покрытой вяжущим. После завершения данного этапа работ будут установлены: минеральные компоненты и их соотношение, вяжущее и его начальное количество, первоначальное количество воды и соответствующая степень адгезии.

Необходимо отметить, что физико-механические свойства ЭМС развиваются по мере протекания процесса формирования («созревания») эмульгированного вяжущего до некоторого стабилизированного значения в течение срока, который принято называть «периодом формирования». То есть из диспергированного состояния в виде шариков в эмульсии битум должен перейти в пленочное состояние на поверхности минеральных материалов, образовав сплошную твердую связующую среду.

Этап определения физико-механических характеристик основан и происходит в соответствии со стандартными методиками [3]. По окончании данного этапа работ будет установлена пропорция основных компонентов ЭМС: крупной и мелкой фракции минеральной части, воды и вяжущего.

Для определения количества дополнительных компонентов ЭМС, либо определения характеристик, не указанных в спецификации, предназначен этап специальных испытаний.

Таким образом, предложенная методика позволяет осуществлять подбор и дальнейшую оптимизацию составов эмульсионно-щебеночных смесей для дальнейшего изготовления элементов покрытий тротуаров в местах интенсивного движения пешеходов, основываясь на стандартных методах и на стандартном оборудовании. При этом, учет при подборе составов зернового и минералогического составов минеральной части, влияние жидкой фазы на способность дорожного бетона из ЭМС к уплотнению позволят более обоснованно производить выбор компонентов ЭМС и подбирать дорожные бетоны из ЭМС с оптимальным соотношением затрат и достигаемых при этом свойств.

Список литературы:

1. «Журнал современных строительных технологий «Красная линия» №65 выпуск «Дороги». - Санкт-Петербург, 2012
2. Рекомендации по подбору составов асфальтобетонных смесей [Текст]: ДМД 02191.7.003-2007 / РУП «Белдорцентр» филиал «Институт дорожных исследований». – Минск, 2007.
3. Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных эмульсий [Текст]: Пособие к СНиП 3,06,03-85 – М.: Стройиздат, 1989.

УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ БОРЬБЕ С ЗИМНЕЙ СКОЛЬЗКОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ РЕЗКО-КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Строганов Е.В. – старший преподаватель, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Для повышения эффективности организации работ по борьбе с зимней скользкостью необходимо учитывать ее вид и погодные условия, способствующие ее образованию.

Учитывая наличие на большой территории РФ продолжительного сурового зимнего периода, особое внимание должно уделяться зимнему содержанию автомобильных дорог. Для эффективной борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах, в регионах с суровыми зимними условиями требуется применение противогололедных материалов рациональных составов. Особенно это актуально в условиях резко-континентального климата Юго-Западной Сибири, к которой относится Алтайский край, Республика Алтай, Новосибирская, Омская, Томская, Кемеровская области, с возможным образованием зимней

скользкости от 68 до 100 дней. Происходит это из-за значительных снеговых осадков, невозможности единовременной очистки всех дорог от снега, большой протяженности дорог нехватки снегоочистительной техники и существенных затрат на ее эксплуатацию в зимнее время. На основе проведенного обзора литературных источников и проведенных исследований установлены закономерности формирования зимней скользкости в условиях резко-континентального климата Юго-Западной Сибири.

Анализируя территорию Юго-Западной Сибири в большей степени, количество дней с образованием зимней скользкости наблюдается вблизи крупных городов (Новосибирск, Барнаул) с развитой промышленностью, а также в южной и юго-восточной части Алтайского края и в Республике Алтай.

Заслуживает внимания оптимизация всей совокупности свойств противогололедных материалов, с учетом повышения их плавящей способности, снижения коррозионных процессов на дорожные конструктивные слои и металлические части автомобилей, экологической безопасности и технико-экономической эффективности их применения.

В связи с этим ставилась задача повышения эффективности применения существующих противогололедных материалов для борьбы с зимней скользкостью в условиях Юго-Западной Сибири. Традиционно используемый в большинстве регионов Юго-Западной Сибири хлорид натрия и пескосоляная смесь на его основе обладает низкой плавящей способностью, коррозионной активностью на дорожные бетоны и металлические части автомобилей, и имеет отрицательный экологический эффект на окружающую среду. Использование хлорида натрия в качестве плавящего реагента в обычной пескосоляной смеси ограничивает температурный предел ее применения до минус 12-15°C, поэтому актуальным является оптимизация традиционных противогололедных материалов с понижением температурного предела их применения в условиях резко-континентального климата Юго-Западной Сибири с оценкой их влияния на коррозионные процессы дорожных бетонов.

В качестве компонентов новых комплексных органоминеральных антигололедных реагентов (КОМ АР) использовался комплекс органоминеральных химических добавок, в том числе побочных продуктов химической промышленности Алтайского края. Антигололедные составы подбирались с учетом функционального влияния каждого компонента на совокупность органолептических, физико-химических, технологических и экологических свойств [1].

Проведены лабораторные исследования по определению основных органолептических, физико-химических, технологических и экологических свойств нового комплексного органоминерального антигололедного реагента.

При проведении исследований оценивался основной показатель антигололедных реагентов комплексных составов. Значения плавящих способностей этих составов, сравнивали с традиционно известными противогололедными реагентами, что позволило выявить эффективность разработанных составов (рисунок 2).

Традиционно используемый антигололедный реагент на основе хлорида натрия обладает низкой плавящей способностью, что ограничивает температурный предел ее применения до -12°C при этом, как показали проведенные экспериментальные исследования, с понижением температуры уменьшается плавящая способность. По сравнению с традиционными противогололедными реагентами NaCl, MgCl₂, CaCl₂ плавящая способность разработанных составов противогололедных реагентов КОМ АР в среднем выше в 6; 2,1 и 1,8 раза соответственно, что подтверждает эффективность новых разработанных противогололедных реагентов КОМ АР.

Однако плавящая способность не является определяющим фактором выбора противогололедного реагента. В настоящее время значительное внимание уделяется оценке отрицательного влияния противогололедных материалов на окружающую среду. Так, например, широко применяемый хлорид натрия, обладает отрицательным экологическим эффектом, который проявляется в ухудшении физических свойств почвы, за счет высокого

содержания в ней катионов натрия и снижении условий питания растений другими минералами [2].

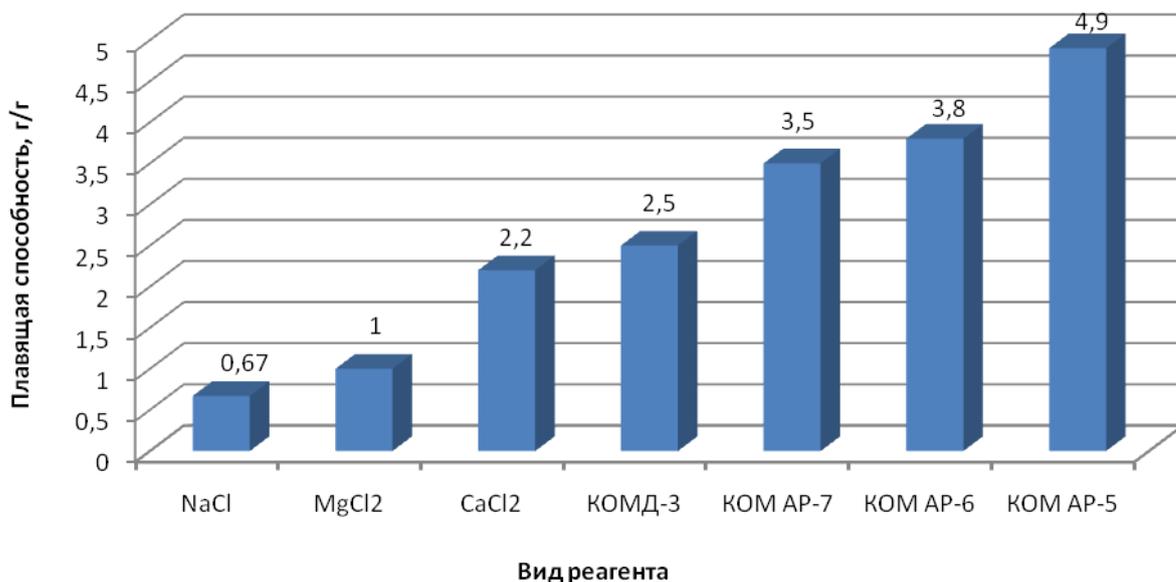


Рисунок 2 - Плавающая способность антигололедных реагентов при температуре -20°C

В связи с чем, проведены исследования влияния антигололедных реагентов на экологию окружающей среды, в том числе на зеленые насаждения. Выполнена оценка энергии прорастания семян растений, как при раздельном, так и комбинированном действии реагентов в водных растворах в диапазоне их концентраций. Установлено, что при концентрации до 5 г/л значимые эффекты не проявляются, а наибольшую толерантность прорастания семена злаковых проявляют к комплексной органоминеральной добавке КОМ АР-7 при концентрации 50г/л и карбамиду, КОМ АР-7, КОМ АР-6 при концентрации 5г/л, что подтверждает эффективность новых разработанных противогололедных реагентов КОМ АР.

В результате проведенных исследований по определению основных органолептических, физико-химических, технологических и экологических свойств установлена эффективность новых разработанных противогололедных реагентов КОМ АР:

- наиболее эффективен для плавления льда антигололедный реагент КОМАР-5, возможности плавления других реагентов ему существенно уступают.

- при концентрации до 5 г/л значимые эффекты не проявляются, а наименьшая энергия прорастания наблюдается у антигололедного реагента NaCl.

- районирование территории позволит дорожным организациям определить количество дней с возможными случаями образования зимней скользкости в каждом конкретном регионе. А это в свою очередь, приводит к экономически выгодному использованию противогололедных материалов и уточнению норм их распределения в условиях Юго-Западной Сибири, с определением ориентировочной годовой потребности в противогололедных материалах.

Литература:

1. Меренцова Г.С., Строганов Е.В. Физико-химические факторы, влияющие на улучшение технологических и экологических свойств пескосоляных смесей // Журнал ВЕСТНИК ТГАСУ №1-2009, с. 110-115;

2. Меренцова Г.С., Строганов Е.В., Повышение эффективности применения противогололедных материалов в условиях резко-континентального климата Юго-Западной Сибири // Горизонты образования. Научно-образовательный журнал АлтГТУ год 2012.

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ, ВОДО- И МОРОЗОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

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

Период стабилизации структуры и свойств асфальтобетона в покрытии или конструктивном слое автомобильной дорог происходит под движением автомобилей. Он характерен уплотнением покрытия, дальнейшей стабилизацией ориентированного слоя битума и появлением новообразований в зоне контакта.

Если правильно запроектирован асфальтобетон и вся дорожная конструкция в целом, все режимы выдержаны, то асфальтобетонное покрытие или конструктивный слой под воздействием автомобилей лишь упрочняются. Если же на каком-либо этапе допущено отклонение от данного режима, то происходит разрушение асфальтобетона. Массовое разрушение асфальтобетона в начальный период эксплуатации связано с малой водо- и морозостойкостью асфальтобетона. Даже малое недоуплотнение асфальтобетонной смеси, приготовленной на гидрофильных минеральных материалах, приводит к резкому снижению водо- и морозостойкости.

Повышение прочности асфальтобетона, характер которого одинаков для всех типов асфальтобетонов, на первом этапе третьего периода структурообразования определяется скоростью изменения вязкости битума при охлаждении. После охлаждения асфальтобетона формирование его структуры характеризуется более равномерным нарастанием прочности, обусловленным двумя факторами: повышением вязкости битума за счет улетучивания легких углеводородов; упрочнением на границе минеральная часть - вяжущее в результате стабилизации ориентированных молекул битума или появления их новообразований в зоне контакта. В зависимости от условий среды, а также свойств минеральных материалов и битума эти процессы могут проходить одновременно, но чаще преобладает один из них. Так, в асфальтобетоне на минеральном материале из плотного известняка вязкость битума за счет окисления изменяется незначительно, поскольку наиболее реакционно-способные компоненты вяжущего химически взаимодействуют с подложкой. Гранитные и кварцевые материалы не вступают в химическое взаимодействие с битумом, поэтому вязкость битума в этом случае более интенсивно изменяется под воздействием атмосферных факторов.

Если правильно рассчитаны составы асфальтобетонных смесей и конструкция дорожной одежды соответствует движущимся транспортным средствам, то продолжительность третьего периода - периода эксплуатации асфальтобетонного покрытия превышает 30 лет. Падение устойчивости материала объясняется только необратимыми изменениями, происходящими в битумной пленке на зернах минерального материала.

С увеличением водопоглощения снижается морозостойкость асфальтобетона. В зимний период водонасыщенные асфальтобетонные покрытия испытывают многократное циклическое замораживание и оттаивание, приводящее к разрушению структуры асфальтобетона.

Наилучшие показатели водостойкости и морозостойкости имеют асфальтовые мастики, состоящие из битума и минерального порошка, затем асфальторастворы на основе битума, минерального порошка и песка, а наихудшие показатели имеет крупнозернистый асфальтобетон.

Водостойкость и морозостойкость асфальтобетона зависят от марки битума и его взаимодействия с минеральным порошком. Морозостойкость асфальтобетона на основе известняка выше, чем на основе гранита, так как контактная прочность между известняком и битумом определяется физико-химическими взаимосвязями, а между гранитом и битумом — только физическими.

И процессе эксплуатации асфальтовые покрытия испытывают истирающее воздействие.

При остановке и движении автомобилей шины истирают асфальтовое покрытие, на поверхности дорог появляются выбоины, раковины, другие дефекты, усиливающие поглощение воды и разрушение структуры асфальтобетона.

Чтобы одновременно улучшить деформативные свойства и повысить морозостойкость асфальтобетонов при низких температурах, рекомендуется применять полимерные добавки классов термоэластопластов и эластомеров, а также асфальтобетоны повышенной плотности на основе жидких битумов.

В качестве полимерных добавок целесообразно использовать прошедшие производственную проверку дивинилстирольный термоэластопласт (ДСТ) и низкомолекулярный сополимер процесса доочистки сточных вод (ПДСВ), являющихся отходом производства синтетических каучуков.

Деформативная способность асфальтобетонов при низких температурах зависит от марки применяемого битума и зернового состава минеральной части асфальтобетонной смеси: она улучшается при использовании битумов марок БНД пониженной вязкости и многощебенистых смесей.

Морозостойкость асфальтобетона, как правило, обеспечивается при содержании частиц минерального заполнителя мельче 0,315 мм в асфальтобетонных смесях типа А11-15 %, типа Б - 14-20 %, типа В - 20-26 %.

Чтобы повысить морозостойкость асфальтобетона, рекомендуется применять активированные минеральные порошки взамен неактивированных и добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ) анионного или катионного типа в зависимости от природы минеральных материалов.

Улучшить деформативную способность и повысить морозостойкость асфальтобетона можно также технологическими методами. Как один из вариантов предлагается отдельная технология приготовления асфальтобетонных смесей дозируемые в смесительной установке минеральные материалы разных фракций и природы отдельно обрабатывают органическими вяжущими различной вязкости без введения и с введением ПАВ соответствующего типа, после чего окончательно перемешивают асфальтобетонную смесь.

Чтобы повысить долговечность асфальтобетонных покрытий и уменьшить их толщину (на 20-40 %) за счет роста температурной трещиностойкости, рекомендуется улучшать свойства асфальтобетона полимерными добавками.

Комплексный модификатор асфальтобетона (КМА) Колтек.

Основные компоненты модификатора: мелкодисперсный резиновый порошок, адгезив, гелеобразователь, сшивающий агент, пластификатор.

Решаемые задачи:

- Снижение колеобразования.
- Уменьшение образования водной пленки.
- Повышение сцепления колеса с покрытием.
- Предотвращение стекания битума в ЩМА.
- Увеличение морозостойкости.
- Увеличение водостойкости.
- Увеличение прочности и трещиностойкости.

Технологические особенности:

- улучшение эксплуатационных характеристик асфальтобетонного покрытия;
- увеличение срока службы асфальтобетонного покрытия;
- снижение стоимости эксплуатации автомобильной дороги.

Адгезив «КОЛТЕК БН 1401» предназначен для применения при производстве горячих и холодных асфальтобетонных смесей. Адгезив КОЛТЕК БН 1401 представляет собой композицию продукта конденсации жирных аминов и их производных в органическом растворителе.

Адгезив Колтек БН 1401 предназначен для введения в жидкие и вязкие нефтяные битумы

для повышения адгезионных свойств, а также в качестве стабилизатора битума при производстве горячих АБС. Благодаря способности к связыванию растворенного в битуме кислорода, адгезив замедляет процесс термоокислительной деструкции связующего при производстве горячих АБС. При этом существенно увеличивается коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении, что является одним из важнейших технологических показателей АБС. При использовании в сочетании с необходимым видом растворителя применяется как добавка при производстве складированных органоминеральных смесей для ямочного ремонта

Введение адгезива в битум в количестве от 0,3% до 0,5% от массы битума не оказывает отрицательного влияния на основные физико-механические показатели модифицированного битума. При этом, модифицированный битум становится более пластичным, уменьшается его старение после прогрева, существенно возрастает сцепление битума с поверхностью минеральных материалов кислотного и основного типов. Благодаря жидкой форме обеспечивается удобство применения адгезива, а также высокая однородность битума с присадкой.

УЧЕТ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАСЧЕТЕ МАЛЫХ МОСТОВ

Пенкин Е.В. – студент, Строганов Е.В. – старший преподаватель

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

Экологическая безопасность является одним из основных показателей эффективности инвестиций в строительство дорог и мостов. Показатели экологической безопасности должны рассматриваться в комплексе с характеристиками экономической эффективности проекта, поэтому на всех этапах проектирования малых мостов необходимо оценивать их воздействие на окружающую среду, при этом необходимо принимать проектные решения, уменьшающие это воздействие.

При проектировании и расчете малых мостов ведется следующий учет требований охраны окружающей среды:

1. Оценка современного состояния окружающей среды:

- оценка современного состояния природной окружающей среды (атмосфера, гидросфера, геологическая и почвенная среда, растительный и животный мир);
- оценка существующей техногенной нагрузки на компоненты окружающей среды;
- оценка современной социальной обстановки.

2. Ориентировочная количественная оценка воздействия моста на окружающую среду по каждому варианту размещения и основных технических решений:

- характеристика мостового перехода;
- оценка воздействия на компоненты окружающей природной среды, социальные условия;

- оценка возможности развития опасных техногенных процессов и аварийных ситуаций;

- оценка возможных мероприятий по предотвращению (минимизации) воздействий;

- разработка системы локального мониторинга.

3. Эколого-экономическая оценка инвестиций в строительство мостового перехода:

- оценка экологического и экономического ущерба для природной среды при различных вариантах размещения мостового перехода;

- альтернативная оценка стоимости природоохранных мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность природной среды и населения.

4. Выбор варианта размещения мостового перехода с экологической позиции.

5. Рекомендации по последующим этапам разработки экологического обоснования.

При проектировании необходимо предусматривать и ликвидационные работы после строительства мостового перехода:

- удаление из русла реки островков, отсыпанных во время сооружения опор;
- очистка русла реки и поймы от загромождающих их предметов, извлечение и вывозка свай, подмостей и временных опор;
- разборка временных сооружений на строительной площадке, планировка и рекультивация земель, включая карьеры и подъездные дороги [1].

Наиболее благоприятным для сохранения окружающей среды, а в ряде случаев и хозяйственного ее использования при пересечении водотоков является перекрытие мостом русла и пойм без стеснения реки при пропуске паводка расчетной вероятности превышения. Однако, такое решение может вызвать увеличение дорожно-строительных затрат, а поэтому необходима технико-экономическая проработка с вариантами различного стеснения водного потока в выбранном створе мостового перехода.

При технико-экономической оценке вариантов мостового перехода с различными отверстиями мостов учитываются капиталовложения в строительство, эксплуатационные расходы, а также требования по охране рыбных и других видов природных и хозяйственных ресурсов.

При пересечении трассой мостового перехода водотоков с обвалованными руслами отверстие моста назначается с учетом капитальности конструкции обвалования и их устойчивости при воздействии расчетного паводка.

При разработке вариантов мостового перехода особое внимание обращается на экологическую и хозяйственную целесообразность перекрытия насыпями подходов проток, староречий, рукавов, остатков русел меандрирующих рек, озер и ручьев на пойменных массивах.

При хозяйственной или экологической необходимости устройства водопропускных сооружений на пойменных участках подходов к мосту количество таких сооружений определяется хозяйственно-экологическими условиями при соответствующих согласованиях с заинтересованными и природоохранными организациями. Конструктивные особенности, устойчивость и обеспечение оптимальных условий природоохранного функционирования водопропускных сооружений, устраиваемых на пойменных подходах к мостам, обосновываются специальными гидравлично-гидрологическими расчетами, а при необходимости путем проведения исследований и моделирования.

При проектировании мостовых переходов меняется бытовой режим реки и происходит стеснение пойменных потоков подходами к мосту в паводковый период. Перед мостом уровни воды повышаются за счет подпора. Из-за слива воды с пойм в подмостовое отверстие может увеличиваться скорость течения, происходить общий размыв под мостом и на участке выше моста и отложение наносов - на участке ниже по течению.

Повышение уровней воды в верхнем бьефе моста при проходе паводков может вызвать подтопление населенных пунктов, предприятий и ценных сельскохозяйственных угодий. Вероятность подтопления определяется наличием подпора воды: начального, полного и подмостового. Величины характерных подпоров определяются расчетом методом последовательных приближений.

Максимальное значение подпора (полный подпор) ΔZ находится на расстоянии l_z от моста и определяется по формуле:

$$l_z = \frac{\beta}{\sum^{1,67} - 1} \times l_{сж}, \quad (1)$$

где β - степень стеснения потока подходами, в первом приближении принимается

$$\beta = \frac{Q}{Q_{тз}}; \quad (2)$$

Q и $Q_{тз}$ соответственно полный и бытовой русловой расходы воды;

Σ - относительный подпор,

$$\Sigma = \frac{h_6 + \Delta Z_0}{h_6}; \quad (3)$$

h_6 - глубина воды в бытовых условиях;

$l_{сж}$ - протяжение зоны сжатия перед мостом или расстояние до начального подпора ΔZ_0 , равное длине большего подхода к мосту.

Подбор распространяется выше по течению от начального подпора на значительное расстояние, постепенно уменьшаясь до нуля в створе с бытовыми условиями реки. Величина подпора на расстоянии l_i выше по течению от начального подпора определяется по формуле

$$\Delta Z_i = \Delta Z_0 - J_6 \times l_i \times \left(\frac{\Sigma_{ср}^{3,33} - 1}{\Sigma_{ср}^{3,33}} \right), \quad (4)$$

где J_6 - бытовой уклон реки;

$\Sigma_{ср}$ - средний относительный подпор на рассматриваемом участке.

Вдоль верховой стороны подходов подпор от моста возрастает от подмостового подпора ΔZ_m до максимального подпора у насыпи ΔZ_n , находящегося на расстоянии l_z от моста:

$$\Delta Z_n = \Delta Z_m + J_6 \times l_z. \quad (5)$$

Далее до границы разлива устанавливается постоянный уровень воды [2].

При прогнозировании границ подтопления учитывается возможное увеличение уровней воды за счет образования в районе мостового перехода естественных заторов и зажоров льда.

Снижение подпорного уровня может быть также достигнуто за счет устройства пойменного моста или увеличения отверстия основного моста. Наиболее благоприятным для сохранения окружающей среды, а в ряде случаев и хозяйственного ее использования при пересечении водотоков является перекрытие мостом русла и пойм без стеснения реки при пропуске паводка расчетной вероятности превышения или увеличение отверстия моста. Однако, такое решение может вызвать увеличение строительных затрат, а поэтому необходима технико-экономическая проработка с вариантами различного стеснения водного потока в выбранном створе мостового перехода.

Литература:

1. ОДМ Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства. М. Росавтодор. 2001
2. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. М., 1995. -1

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ РАМЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SCAD

Ковалёв В.Б – студент, Калько И.К. – к.т.н., доцент

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

В инженерной практике при расчете сооружений и их элементов одной из главных задач, определяющих конечный результат, является, наряду с выбором расчетной схемы, также выбор методов расчета той или иной конструкции. Как правило, все методы расчета основаны на приближениях и гипотезах, позволяющих так или иначе охарактеризовать работу материала и значительно упростить расчет.

В расчете рам методом перемещений таким приближением является нерастяжимость и несжимаемость стержней, т.е. бесконечно большая продольная жесткость элементов. Поэтому целью работы было определение погрешностей в расчетах, которые могут быть связаны с данным допущением, путем сравнения расчетов, полученных по методу

перемещений и по методу конечных элементов в программном комплексе SCAD. Произвольная рама (рисунок 1) была рассчитана сначала вручную методом перемещений, затем (для проверки правильности расчета) в SCAD, с учетом допущения о нерастяжимости и несжимаемости. Для этого продольная жесткость стержней задавалась равной $1e + 9$ (что соответствует, например, стальному сечению площадью около 500 см^2), изгибная жесткость EI_y - равной соответствующим коэффициентам k в расчетной схеме.

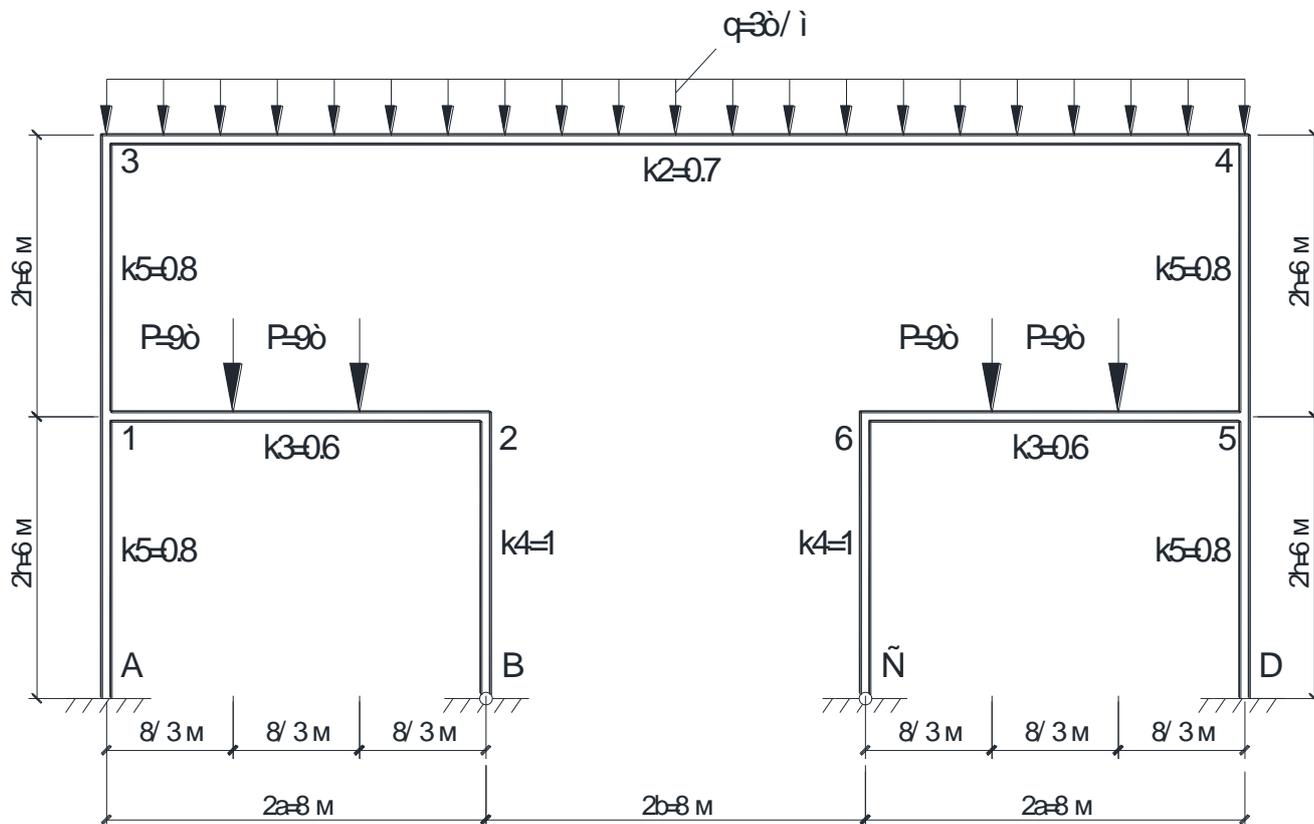


Рисунок 1 - Исходные данные

Значения внутренних усилий полностью совпали со значениями, полученными при расчете рамы вручную методом перемещений.

На последнем этапе рама была рассчитана с использованием реальных материалов и сечений. В качестве сечения была выбрана труба с толщиной стенки 2 см с таким соотношением диаметров, чтобы их моменты инерции соотносились так же, как и коэффициенты k . В качестве материала в целях получения наибольшей величины погрешности были выбраны алюминиевые сплавы, так как они обладают наибольшей деформативностью.

Для анализа результатов была рассмотрена стойка $B - 2$, в которой были максимальные относительные погрешности по внутренним усилиям. Погрешности составили: по изгибающему моменту – 1,01%, по поперечной силе – 1,34%, по продольной силе – 2.17%.

При использовании в качестве материала бетона были получены аналогичные результаты.

Таким образом, можно сделать вывод, что данное приближение, принятое в расчете рам методом перемещений, не оказывает значительного влияния на конечный результат расчета. Погрешность будет тем больше, чем меньше будет продольная жесткость элементов. Для строительных материалов, таких как металлические сплавы, железобетон и другие с большим значением жесткости на сжатие и растяжение расчет является приемлемым. Этому способствует также необходимость применять достаточно большие сечения для обеспечения устойчивости сжатых стержней, колонн и стоек.

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДВУСКАТНОЙ БАЛКИ ПОКРЫТИЯ

Остапова Д.И., Остапов А.С.- студенты, Калько И.К.-к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

11-12 июня 2012г. были проведены натурные испытания двух двускатных стропильных балок типа БСД 12-6, изготовленных ТЛ ЖБК. Испытания проведены в соответствии с ГОСТ 8829-85.

1. Паспортные данные

Девять двускатных стропильных балок марки БСД 12-6 предположительно изготовлены по чертежам серии ПК-01-06, выпуск 8 ТЛ ЖБК в 1978г. ОТК 3, вес балок 3,5т

Проектные размеры: 11950*790-1290*210; размеры верхнего пояса- 190 * 210; нижнего пояса – 180*180; толщина стенки балки 80мм.

Проектный класс бетона В25

2. Контрольные нагрузки.

В связи с отсутствием технической документации на балки марки БСД 12-6 было решено провести испытание балок на расчетную нагрузку, соответствующую весу конструкций покрытия и весу снеговой нагрузки для 111 района. Вес конструкций покрытия составил 290,33кГ/м², расчетная снеговая нагрузка для 111 района 180кГ/м². Общая расчетная нагрузка на покрытие составила 470,33кГ/м², нормативная нагрузка равна 387,17кГ/м².

Допускаемый прогиб $f_n=1/250=1200/250=[4,8]$ см [СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия п.10.7, таблица 19].

3.Освидетельствование конструкции.

Осмотром и обмером 9-ти балок марки БСД 12-6 установлено, что геометрические размеры, расположение монтажных петель и закладных деталей, в основном, соответствуют проектным. Высота балок в опорной части равна 820-830мм (проектный размер 790мм).

Трещины на всех гранях балок не были обнаружены. Поверхность боковых и нижних граней ровная и не имеет трещин. Верхняя поверхность всех балок не заглажена.

В нижней части торцовых поверхностей балок имеются выпуски стержней арматуры периодического профиля. По характеру выпусков арматуры и ее расположения можно судить, что в качестве напрягаемой арматуры для балок марки БСД 12-6 принята стержневая периодического профиля сталь марки 30ХГ2С (серии ПК-01-06, выпуск 8).

4.Проведение испытаний.

Для проведения испытания были взяты без выбора две стропильные балки. Опорами для балок служили стеновые блоки, уложенные плашмя на утробованное основание. Горизонтальное положение отметок опор выверялось с помощью нивелира. Для обеспечения устойчивого вертикального положения балок при проведении испытания на блоки устанавливались кассеты, сваренные из швеллеров №18. В кассеты устанавливались две балки, проверялась их вертикальность, балки закреплялись в кассетах. С помощью нивелира были взяты отметки каждой опоры балки. Расстояние между боковыми поверхностями балок в опорной части равнялось 112см.

Для определения максимального прогиба в середине пролета каждой балки устанавливались прогибомеры Максимова типа ПМ-3 №1 и №2 с ценой деления большого круга 0,1мм. Полный оборот стрелки соответствует перемещению в 1см. Полный оборот шкива соответствует перемещению в 10см. Цена деления шкива соответствует 1мм. Перед 1-й ступенью нагружения показания прогибомеров выводилось на нулевое значение.

Нагружение балок выполнялось с помощью стеновых блоков. Вес каждого блока был известен. На монтажном кране был установлен прибор, который показывал вес каждого поднимаемого груза.

В ходе испытания балок было предусмотрено 4-е ступени нагружения. Нагрузка каждой ступени нагружения располагалась в средней части балки с целью создания наибольшего изгибающего момента и приводилась к равномерно распределенной.

После каждой ступени нагружения проверялись отметки опор 2-х балок и показания прогибомеров, определялся изгибающий момент по середине пролета балки. На рисунках 1-4 показаны схемы нагружения балок.

Показания приборов приведены в таблице №1

Таблица 1

№Ступени нагружения	Нагрузка (кГ)	Балка 1				Балка 2			
		Отметки опор		Среднее значение	Показание прогибомера	Отметки опор		Среднее значение	Показание прогибомера
		1	2			3	4		
1 2 3 4	0	103,1	106	0	0	103,2	104,9	0	0
	10940	103,2	106,2	0,15	10,7	103,1	105,85	0,425	13,25
	24560	103,2	106,95	0,525	17,64	103,7	106,0	0,80	20,40
	38760	103,6	107,4	0,95	25,65	103,7	107,5	1,55	32,75
	61224	103,9	109,8	2,3	42,05	104,1	112,0	4,0	59,65
Разгрузка	0	103,2	109,6	1,85	21,01	104,0	111,95	3,925	40,95

В таблице 2 приведены результаты испытания двух двускатных балок марки БСД 12-6. В таблице приведены величины изгибающих моментов в среднем сечении балки и прогибы балок.

Указанная нагрузка в таблице, а также величины моментов приведены для двух балок. Для одной балки нагрузку необходимо уменьшить вдвое, следовательно, изгибающие моменты также уменьшаются вдвое.

Для определения изгибающих моментов вычислялась интенсивность $q = P/\ell$ для каждой ступени нагружения, которая приведена на соответствующих схемах.

Схемы приложения нагрузок к двускатной балке покрытия типа БСД 12-6.

1) Ступень нагружения $q=3171\text{кГ/м}$

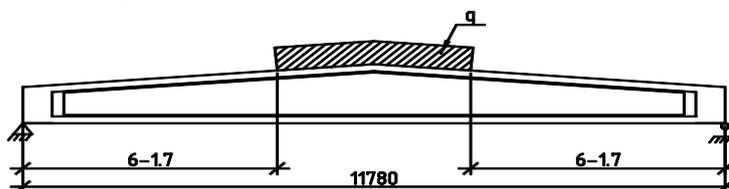


Рисунок 1

2) Ступень нагружения $q=3108,86\text{кГ/м}$

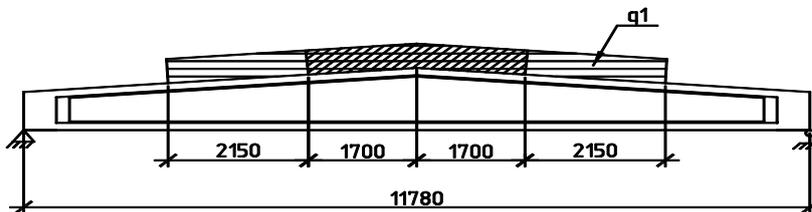


Рисунок 2

3) Ступень нагружения $q=3223,08\text{кГ/м}$; $q=3260,0\text{кГ/м}$

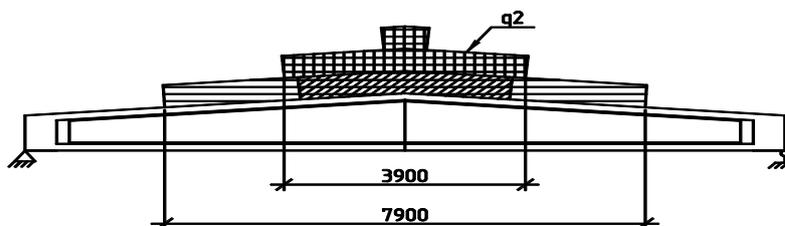


Рисунок 3

4) Степень нагружения $q_3=2860,78\text{кГ/м}$; $q_4=3168,0\text{кГ/м}$

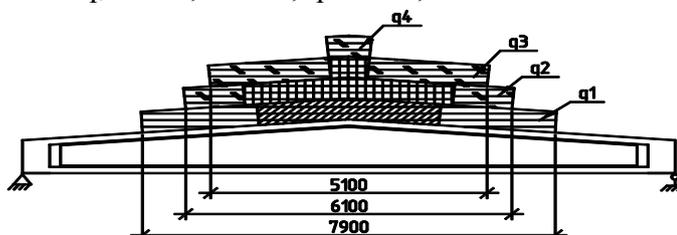


Рисунок 4

Результаты испытания стропильных двухскатных балок покрытия типа БСД 12-6 приведены в таблице 2

Таблица 2

№ ступени нагружения	Нагрузка кг/ℓ	Изгибающий момент М, [кГм]	Прогиб, см		Ширина раскрытия трещин	
			Балка 1	Балка 2	Балка 1	Балка 2
1	10940	27636,2	0,920	0,900	-	-
2	24560	48076	1,239	1,240	-	-
3	38760	83665,45	1,615	1,725	-	-
4	61224	131938,77	1,905	1,965	-	-
Разгрузка	0	-	-	-	-	-

После каждой ступени нагружения тщательно осматривались поверхности балок, особенно растянутая зона. Трещины не были обнаружены.

Прогиб балок после 4-й ступени нагружения равен 1,91см для балки 1 и 1,97см для балки 2. По СНиПу 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия» п.10.7, таблица 19 допускаемый прогиб $f_n=1/250=1200/250=[4,8]\text{см}$. В серии ПК-01-06, вып. 8 отмечается, что контрольный прогиб не должен превышать 2,3-2,4см.

При расчетной нагрузке на покрытие $470,33\text{кГ/м}^2$ максимальная величина изгибающего момента равна $50795,64\text{кГм}$. От нагрузки 4-й ступени нагружения $M=65969,38\text{кГм}$, т.е. 1,3 больше момента от запланированной расчетной нагрузки $q=470,33\text{кГ/м}^2$.

Вывод. В результате обследования 9-ти стропильных двухскатных балок покрытия и натурных испытаний двух из них марки БСД 12-6 можно использовать данный тип балок при расчетной нагрузке не превышающей $q=470,33\text{кГ/м}^2$ с шагом 6м.