

Секция СТРОИТЕЛЬСТВО
Подсекция СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

1. Победенный А.С. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА ПО ТЕХНОЛОГИИ
ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА»
2. Победенный А.С. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ
ГРУНТОВ»
3. Поповцева А.Н. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК, УЛУЧШАЮЩИХ СВОЙСТВА
АСФАЛЬТОБЕТОНОВ»
4. Кудишин А.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ОПТИМИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ДОРОГИ ЧУЙСКОГО ТРАКТА»
5. Иванищева Д.Б. - студент, Медведев Н.В.- ассистент
«АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»
6. Евстратов А.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ НА
ДОРОГАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ЗАВЬЯЛОВСКОГО РАЙОНА»
7. Боярко Е.О. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ»
8. Горюнова Ю.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ОПТИМИЗАЦИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ»
9. Вернигора В.С. – студент, Меренцова Г.С. д.т.н., профессор
«О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ
ЗАЩИТЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ»
10. Горлов А.Д. - студент, Меренцова Г.С. – д.т.н, профессор
«ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ»
11. Козлов И.С. – студент, Хребто А. О. – старший преподаватель
«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА НЕБОЛЬШИХ
ТЕРРИТОРИЯХ»
12. Шумилин А.Е. - студент, Медведев Н.В. – ассистент
«ПРОГРАММЫ, ПОМОГАЮЩИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ»
13. Шумилин А.Е. – студент, Хребто А.О. – старший преподаватель
«ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ЧЕРЕЗ АВТОМОБИЛЬНУЮ
ДОРОГУ»

14. Солоненко Д.В. – студент, Хребто А.О. – старший преподаватель
«СИСТЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ»

15. Минин А.Н. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВСПЕНЕННОГО БИТУМА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ GREEN PAC»

16. Минин А.Н. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
«ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРУНТА ВВЕДЕННОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ»

17. Минин А.Н. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н. профессор
«ВЛИЯНИЕ ВЯЖУЩИХ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ»

18. Иванищева Д.- студент, Хребто А.О.- старший преподаватель
«СТРОИТЕЛЬСТВО ТРУБОПРОВОДА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА»

19. Галь В.В. - студент, Хребто А.О. - старший преподаватель
«ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

20. Беляев М.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕМОНТЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ»

21. Болишин В.В. – студент, Пучкин В.А. – старший преподаватель
«ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ПОТЕРЯЕВКА – НОВОНИКОЛАЕВКА - САРАТОВКА С МОСТОМ ЧЕРЕЗ РУЧЕЙ БЕЗ НАЗВАНИЯ В РУБЦОВСКОМ РАЙОНЕ»

22. Ежов Р.И – студент, Медведев Н.В. – ассистент
«ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК, УЛУЧШАЮЩИХ СВОЙСТВА ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ»

23. Костюкова Е. П. – студент, Меренцова Г. С. – д.т.н., профессор
«ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ АСФАЛЬТОГРАНУЛОБЕТОННОЙ СМЕСИ КОМПЛЕКСНЫМ ВЯЖУЩИМ»

24. Одегов А.О. - студент, Михаилиди И.М. – к.т.н., доцент.
«ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА ДОРОГАХ МУНИЦИПАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ»

25. Руппель А.Ю.– студент, Медведев Н.В.–ассистент
«ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «СЛАРРИ СИЛ» ПРИ СОДЕРЖАНИИ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ»

26. Феофилактов М.А.. – студент, Пучкин В.А.. - д.т.н., профессор
«СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТА ПО ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСАЙКЛЕРА»

27. Еньшина В.А. - студент, Медведев Н.В. - ассистент
«ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «ПОДЪЕЗД К ПОС. ТОПОЛИНСКИЙ ЛЕСХОЗ» В УГЛОВСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ»

28. Магда Ф.С. – студент, Пучкин В.А. – старший преподаватель
«ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ПОДЪЕЗД К ПЛЕМЕННОМУ КОМПЛЕКСУ НА 1100 ГОЛОВ ОАО «ПРОМЫШЛЕННЫЙ» В БИЙСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ»

29. Емшин А.А. – студент, Пучкин В.А. – старший преподаватель
«ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН, САНАЦИЯ ТРЕЩИН»

30. Красовская И.В. - студент, Пучкин В.А – старший преподаватель
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА АБЗ »

31. Солоненко Д.В. – студент, Меренцова Г.С. д.т.н., профессор
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ»

32. Солоненко Д.В.- студент, Горлов А.Д.- студент, Иванищева Д.Б.- студент, Дремова О.В.- старший преподаватель
«ПРИЕМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SCAD ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРОЧНЫХ МОСТОВ»

33. Корсаков Н.К. – студент, Меренцова Г.С. д.т.н., профессор
«ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ НА АВТОДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ»

34. Мхитарян А.А. – студент, Дремова О.В. – старший преподаватель
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SCAD OFFICE ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»»

35. Рогожников И. А. – студент, Меренцова Г. С. – д.т.н., профессор
«ВОДОПРОНИЦАЕМЫЙ АСФАЛЬТ»

36. Черешнев Д.И. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ВЛИЯНИЕ ПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ СЛОИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ»

37. Черешнев Д.И. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«УКРЕПЛЕНИЕ ВЯЖУЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ,
ДЛЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ»

38. Черешнев Д.И. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ПРИМЕНЕНИЕ ВСПЕНЕНОГО БИТУМА В ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА»

39. Ломаченко А.А. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ МАТРАЦАМИ «РЕНО»»

40. Милькина С.В. – студент магистр, Меренцова Г.С. – к.т.н., зав. кафедры
«ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ
ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ»

41. Новохацкий Е.В. – студент, Медведев Н.В. – ассистент
«ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ»

42. Вернигора В.С. – студент, Пучкин В.А. – старший преподаватель
«КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА»

43. Панков И.П. – студент, Бусыгина Г.М. – к.э.н., доцент
«ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ
МЕХАНИКИ»

44. Фадеев А.А. – студент, Михаилиди И.М. – к.т.н., доцент
«ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ
АВАРИЙНЫХ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ»

45. Кичайкин В.А. – студент, Шумов Н.В. – к.т.н., доцент
«ОПЕРАТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В МЕСТАХ
ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ»

46. Зернюков А.С. – магистрант, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В
УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ»

47. Панин В.О. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор
«ОБ АКТУАЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ОБЩЕГО
ПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ Р-256 «ЧУЙСКИЙ ТРАКТ» НА УЧАСТКЕ
КМ 575+00 – КМ 580+00»

48. Акарачкин Д.С., Мудрик Ю.С. – студенты, Дремова О.В. – стар. препод.,
Калько И.К. – к.т.н., доцент
«РАСЧЕТ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ» в конце

49. Бурцев И.О., Машков А.В. – студенты, Калько И.К. – к.т.н., доцент
«РАСЧЕТ КУПолов ПО БЕЗМОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ ОБОЛОЧЕК» в конце

50. Берлюков М.О., Шипулина А.В. – студенты, Калько И.К. – к.т.н., доцент, Дремова
О.В. – стар. преподаватель
«РАСЧЕТ ПЛАСТИНЫ С ДВУМЯ ЖЕСТКО ЗАДЕЛАННЫМИ СТОРОНАМИ И
ДВУМЯ ШАРНИРНО ОПОРНЫМИ СТОРОНАМИ МЕТОДОМ БУБНОВА _ ГАЛЕРКИНА
И РАЗНЫМИ ЗАКРЕПЛЕНИЯМИ СТОРОН СПОСОБОМ SCAD OFFICE НАГРУЖЕННОЙ
ДВУМЯ СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ СИЛАМИ»

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА ПО ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА

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

В современном мире происходит постоянный рост автомобильной дорожной сети. Постоянно возрастает интенсивность движения по автомобильным дорогам общего пользования, как следствие, увеличение нагрузок на покрытие. Появляется необходимость увеличения несущей способности, прочности и долговечности дорожной одежды существующих дорог. Это достигается современной технологией ремонта «Метод холодной регенерации»

Ресайклинг представляет собой укрепление (стабилизацию) грунтов, каменных материалов и асфальтогранулята вяжущими материалами путем предварительного фрезерования и смешения на дороге. Слои дорожной одежды представляют собой измельченный асфальтобетон, связанный органическим вяжущим. К ним относятся вспененный битум, битумная эмульсия и т. п. Примером может служить конструкция дорожной одежды [3], содержащая земляное полотно, на котором размещен слой песка, на него уложен слой несущего материала (асфальтогранулята) из переработанных слоев существующей дорожной одежды, а именно асфальтобетона и щебня. Асфальтогранулят стабилизирован вяжущим в следующем соотношении компонентов, мас. %: битум БНД 90/130 – 55–65, мас. %, латекс буюнал – 1–2, мас. %, эмульгатор «Динорам» – 0,5–1,5, мас. %, вода – 31,5–43,5, мас. %.

Содержание эмульгатора «Динорам» в составе битумной эмульсии позволяет обеспечить повышение уровня стабильности и необходимые рабочие характеристики эмульсии, а также содействует предотвращению флокуляции и коалесценции.

Для оптимизации вязкостно-эластичных свойств битумной эмульсии и повышения механических свойств покрытия добавляется латекс «Буюнал», наличие которого способствует увеличению сопротивления образованию колеи и низкотемпературному растрескиванию, снижению чувствительности к температурным колебаниям, а также уменьшению обнажения каменного материала и выкрашивания (увеличение адгезии вяжущего).

Рассматриваемая конструкция дорожной одежды с основанием из асфальтогранулята позволяет снизить расход на вновь используемый строительный материал, повысить прочностные показатели и продлить срок эксплуатации автомобильных дорог между капитальными ремонтами.

Улучшенный состав битумной эмульсии эмульгатором «Динорам» и латексом «Буюнал», используемый в дорожной конструкции, защищен патентом [1].

В асфальтогранулобетонных смесях, перемешиваемых и уплотняемых в холодном состоянии, целесообразно применение битумов, разжиженных сравнительно легкими углеводородными разжижителями (керосином), которые обеспечивают относительно высокую скорость загустевания вяжущего. Это способствует увеличению времени на укладку асфальтобетонной смеси до уплотнения, возможности увеличению длины технологической захватки и улучшению качества уплотнения данной смеси. Данные теоретические высказывания подтверждаются проведенными экспериментальными исследованиями.

В исследованиях использовался асфальтовый гранулят, реально полученный из материала старой дорожной одежды путем фрезерования ресайклером фирмы Wirtgen на автомобильных дорогах Омск – Тюмень и Омск – Муромцево, где содержание битума колебалось от 3,8 до 5,1 %. В качестве регенерирующих добавок использовался гранулированный шлак Кузнецкого металлургического комбината и золы уноса ТЭ г. Омска, из которых готовились медленнотвердеющие минеральные вяжущие, М 100. Активизаторами для них служили цемент и известь. Для гидролиза и гидратации

минеральных вяжущих, а также повышения степени уплотнения, вводилась вода. Для восстановления свойств старого асфальтобетона, вводили битум БНД 90/130, разжиженный керосином в количестве 12% от массы АГ.

Свойства образцов соответствуют требованиям ГОСТ 9128-97 и «Методическим рекомендациям», разработанным в РОСДОРНИИ. Проведены испытания дорожной одежды на прочность методом статически обратимого прогиба с помощью прогибомера МАДИ ЦНИЛ на дороге Омск – Муромцево. Анализ прочности дорожной одежды до и после ремонта показал, что средний коэффициент изменения прочности находится в пределах от 1.4 до 2.0 [2].

Органоминеральные смеси являются одними из наиболее эффективных материалов, применяемых для устройства конструктивных слоев дорожных одежд [3].

Использование органоминеральных смесей в дорожном строительстве имеет несомненные технологические, экономические и эксплуатационные преимущества, такие как высокая технологичность процесса приготовления материала, возможность обеспечения требуемой ровности и шероховатости покрытия, эффективность и сжатые сроки проведения дорожно-ремонтных работ, эксплуатационная надёжность, возможность использования местных материалов и вторичных ресурсов дорожной отрасли, в первую очередь асфальтогранулята.

Применение гранулята старого асфальтобетона в дорожном строительстве в России позволяет уменьшить спрос на минеральные и вяжущие материалы, снизить суммарную стоимость используемых компонентов, способствует решению проблем утилизации асфальтобетонного лома и охраны окружающей среды [4].

Основным фактором, оказывающим влияние на прочностные характеристики органоминеральной смеси в области нормальных температур является количество битумной эмульсии в составе комплексного вяжущего во всей области значений исследуемых рецептурных показателей, позволяющей изменять прочность в пределах от 1,4 до 2,7 МПа. При этом указанная тенденция проявляется как после 7, так и после 14 суток твердения образцов. Повышение содержания цемента в комплексном вяжущем при минимальном содержании эмульсии улучшает значение показателя. Увеличение содержания асфальтогранулята в минеральной части менее значительно влияет на изменение показателя.

Прочностные характеристики органоминеральной смеси при повышенных температурах зависят от количества битумной эмульсии в составе комплексного вяжущего во всей области значений исследуемых факторов, что изменяет прочность при температуре 50 °С сухих образцов в пределах от 0,8 до 2,0 МПа. Более высокое значение показателя соответствует области верхней границы содержания цемента в комплексном вяжущем, а также повышенного количества асфальтогранулята в минеральной части органоминеральной смеси.

Оптимальными рецептурными значениями составов органоминеральных смесей для ремонта методом холодной регенерации являются:

- содержание асфальтогранулята от 30 до 40 % в 100 % минеральной части;
- содержание битумной эмульсии 3 класса — 4 %, цемента 3—4 % в комплексном вяжущем сверх 100 % минеральной части [5].

Опыт холодной регенерации у нас в стране и за рубежом показывает, что наибольшее распространение получили комплексные регенерирующие добавки с использованием цемента и битумной эмульсии, а также жидкого битума [2].

Одним из направлений работы Росавтодора является внедрение как новых, так и давно известных технологий, ставших с развитием техники и самой отрасли дорожно-строительных материалов более актуальными. Так, в 2013 году в ходе ремонта автомобильной дороги М-9 «Балтия» удалось сэкономить более 1 млрд рублей, применив технологию холодного ресайклинга. Экономическая выгода метода заключается в возможности повторной переработки старого дорожного покрытия специальными машинами [6].

Сеть федеральных автодорог Алтайского края и Республики Алтай составляют основные транспортные артерии региона: автодороги Р-256 «Чуйский тракт» – Новосибирск – Барнаул – Горно-Алтайск – граница с Монголией (854,369 км), соединяющая г.Новосибирск с Монголией и А-322 Барнаул – Рубцовск – граница с Республикой Казахстан (321,005 км), связывающая г.Барнаул с Республикой Казахстан [7]. Это обуславливает применение современных технологий и в нашем регионе. При помощи ресайклера было отремонтировано 40 км краевых дорог, в том числе "Бийск – Мартыново – Ельцовка" в Ельцовском районе, "Троицк – Целинное" в Троицком районе, "Павловск – Ребриха – Буканское" в Мамонтовском районе, дорога "Калманка – Лебяжье".

Если для приготовления новой смеси должен использоваться только сфрезерованный асфальтобетон, то требуется добавка дополнительного вяжущего в форме битумной эмульсии. В некоторых случаях в процессе ресайклинга необходима добавка мелких фракций. Когда используется только сфрезерованный материал с укреплением его вяжущим, то свойства нового слоя будут уже иными [8].

Основная проблема использования данной технологии заключается в том, что холодный ресайклинг обычно применяется на достаточно больших участках. Дорогостоящее оборудование целесообразно использовать при большом объеме работ. Однако чем больше площадь перерабатываемого материала (покрытие, покрытия с частью основания), тем неоднороднее исходный материал: естественные колебания гранулометрического состава, участки локальных ремонтов, неоднородность уплотнения приводят к тому, что усреднить характеристики слоя, подлежащего переработке, представляется практически невозможным [9].

При выборе состава и количественного содержания асфальтобетонной смеси учитывать все особенности рельефа, климатические и геологические условия района ремонта. Все составы органоминеральных смесей должны иметь положительное заключение дорожной лаборатории.

Список литературы

1 – Пат. 121515 Российская Федерация, МПК Е 01 С 3/02. Дорожная одежда / И. И. Шомин, К. В. Пермяков, А. В. Суворов, Е. В. Кошкарлов, В. Е. Кошкарлов, С. И. Булдаков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». № 2012120652/03; заявл. 18.05.2012; опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30. 3 с.

2 – Прокопец В. С., Филатов С. Ф., Иванова Т. Л., Тарасова М. В., Поморова Л.В. Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга и добавками химических веществ Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ) «Башкирский химический журнал. 2006. Том 13. №5»

3 – Паневин Н. И., Опыт использования асфальтогранулята в органоминеральных смесях с битумной эмульсией: презентация ООО «Автодорис» [Электронный ресурс] / Н. И. Паневин // MAXConference: сайт компании. — Режим доступа: <http://maxconf.ru/event/files/48>.

4 – Карамышева, В. М. Применение влажных органоминеральных смесей при строительстве и ремонте автомобильных дорог / В. М. Карамышева, Л. Л. Горельшева // Автомобильные дороги: обзорная информация. — М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1989. — Вып. 4. — 53 с.

5 – Паневин М.Н., Калгин Ю.И. Органоминеральные смеси на основе асфальтогранулята для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог // Научный журнал строительства и архитектуры, 2016, Вып. 4 (декабрь), с. 120-127.

6 – Старовойт Р. В. Дороги России: горячий асфальт и холодный ресайклинг // Транспортная стратегия - XXI век. 2013. № 22. С. 30-31.

7– Долинский Я.А. Федеральные дороги алтайского края республики алтай // Транспортная стратегия - XXI век. 2014. № 26. С. 66-67.

8 – Wirtgen (холодный ресайклинг): руководство по применению. 2-е изд. Windhagen Deutschland, 2006. С. 33.

9 – Евгеньева А.Г. Нестабильность состава и свойства асфальтобетона//Дороги России XXI века. 2012.№1.С.43-45.

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ

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

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

Традиционные способы устройства оснований дорожных одежд подразумевают использование конструкций, содержащих несвязный минеральный материал, в частности щебень, который подвержен разуплотнению и истираемости во время эксплуатации автомобильных дорог, что ведет к дефектам конструкции дорожной одежды. Применение связного материала в устройстве основания дорожных одежд препятствует возникновению в конструкции перечисленных процессов, отрицательно влияющих на характеристики автомобильной дороги.

Новые современные технологии в дорожном строительстве эффективнее и экономичнее традиционных методов ремонта автодорог. Данные технологии, основанные на последних достижениях науки, отвечают всем требованиям нормативно-технической документации в этой области. Одной из таких технологий является «Метод холодной регенерации».

Данный метод ремонта покрытий хорошо зарекомендовал себя у дорожных организаций, и является единственным в своем роде, поскольку обеспечивает восстановление основания дорожной одежды методом, позволяющим повторное использование материала старого покрытия. Применение данного метода позволяет сократить сроки реконструкции, ремонта, существенно снизить затраты. Производство работ методом холодной регенерации осуществляется без остановки движения.

Метод холодной регенерации представляет собой укрепление (стабилизацию) грунтов, каменных материалов и асфальтогранулята вяжущими материалами путем предварительного фрезерования и смешения на дороге.

В связи с особенностью строительства автомобильных дорог в сложных погодных и климатических условиях актуальным становится вопрос использования в конструкциях дорожных одежд укрепленных грунтов.

При данных обстоятельствах появляется необходимость стабилизации полотна автодороги в самом начале жизни автодороги.

Стабилизация полотна – это эффективный способ создания оснований под покрытия внутрипромысловых дорог и площадок. Один из эффективных способов стабилизации полотна автодороги, нашедший применение на объектах ПАО «Газпром нефть» – ресайклинг.

Технология стабилизации грунтов ресайклированием широко используется в проектах небольших дорог территориального назначения, в которых предусматривается устройство покрытий переходного или облегченного типа. Из минимального количества доставляемых материалов, при данных условиях, устройство прочного и долговечного основания с защитным верхним слоем является оптимальным решением.

Вследствие высокой производительности оборудования за строительный сезон можно построить несколько десятков километров дорог. Комплект оборудования для стабилизации грунта может производить примерно до 500–700 п.м укрепленной дорожной насыпи в смену.

У монолитного дорожного основания присутствует ряд объективных преимуществ по сравнению с классическим щебеночным: сдвигоустойчивость; высокий модуль упругости; гидрофобность, не позволяющая грунтовой воде проникать в тело дорожного полотна; высокая механическая прочность и связность; высокая морозо- и водоустойчивость.

Стабилизация и укрепление грунтов увеличивает прочность почвы, тем самым улучшая несущую способность земляного полотна. При выполнении работ по производству слоя основания дорожной одежды и обочин из стабилизированных грунтов поступление воды к использованному материалу земляного полотна сверху фактически сводится к нулю. В итоге влажность верхней части земляного полотна всегда меньше, чем при устройстве обычных щебеночных оснований на песочном слое. Поэтому вследствие хорошей распределяющей способности слоев укрепленного грунта ровность покрытий на таких основаниях обычно лучше, нежели на щебеночном или гравийном основании. Укрепление грунта по технологии ресайклинга представляет собой процесс тщательного измельчения и смешивания грунта с соответствующими органическими или неорганическими связующими материалами с последующим уплотнением. Оптимальные количества вяжущих материалов, которые обеспечивают требуемые параметры стабилизации грунта, определяются лабораторными методами.

Применение технологии стабилизации грунта позволяет отказаться от щебня и геотекстиля [1] и, соответственно, от расходов на их приобретение и доставку. В целом затраты на строительство дороги уменьшаются на 15–20 %.

Проведенные опытно-промышленные испытания в дочерних обществах компании «Газпром нефть» получили в разной степени положительный экономический эффект:

- ГНП-Хантос – при устройстве дорожного покрытия «Подъездная дорога к кусту № 61» в 2015 г. экономический эффект составил 0,5 % стоимости СМР дорожной одежды из щебня, включая сокращение сроков СМР и уменьшение транспортных и заготовительно-складских расходов.

- ГПН-Муравленко – при устройстве дорожного покрытия «Примыкание куста № 76 – куст № 76» Крайнего месторождения экономический эффект составил 56 % в сравнении с плитами ПДН-14.

- ГПН-ННГ – при устройстве дорожного покрытия подъездной дороги к кусту скважин № 10 и № 334 Вынгапуровского месторождения экономический эффект составил 8,6 % относительно покрытия из щебня.

- ГПН-Муравленко – при устройстве дорожного покрытия «Автодорога Муравленковское м/р – ДНС Северо-Янгтинского м/р» экономический эффект составил 7792 руб/м² относительно покрытия из плит ПДН.

Подводя итоги, можно сказать, что стабилизация грунтов методом холодного ресайклинга по сумме приведенных экономических и промышленных аргументов является достойной альтернативой при строительстве автомобильных дорог, которая сможет обеспечить главный приоритет в скорости и качестве выполняемых работ [2].

Срок службы и транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог могут быть существенно повышены за счет применения при их строительстве, реконструкции и капитальном ремонте современных материалов и технологий [3].

Если для приготовления новой смеси должен использоваться только сфрезерованный асфальтобетон, то требуется добавка дополнительного вяжущего в форме битумной эмульсии. Это, в первую очередь, – восстановление свойств материала слоя. Добавка вяжущего в материал старого слоя для восстановления его первоначальных свойств требует, однако, тщательного расчета. Зернистость ресайклируемого материала отличается от его зернистости на момент укладки. Кроме того, мелкие фракции зачастую связаны между собой. Это означает, что в процесс ресайклинга необходима добавка таких фракций. Если используется только сфрезерованный материал с укреплением его вяжущим, то свойства нового слоя будут уже иными [4].

В заключение отметим преимущества метода холодного ресайклинга:

- отсутствие загрязнения окружающей среды: благодаря полному использованию материала старой дорожной одежды и отсутствию строительных площадок.

- качество регенерированного слоя вследствие последовательного, высококачественного смешивания полученных на месте материалов со стабилизаторами.

- Структурная целостность дорожной одежды. Холодный ресайклинг позволяет получать связанные слои большой толщины, которые отличаются гомогенностью материала.
- Безопасность дорожного движения. Одним из наиболее важных преимуществ этой технологии является высокий уровень безопасности дорожного движения при восстановлении дорожного покрытия. Все рабочие машины, выполняющие регенерацию, располагаются в пределах ширины одной полосы движения.

- Увеличение межремонтных сроков эксплуатации.

Также положительной особенностью технологии холодной регенерации является возможность исправить допущенные ошибки даже после уплотнения слоя.

Список литературы

1 – Ахметшина А.Р., Коркишко А.Н. Применение геотекстиля в дорожном строительстве // В сборнике: Наука сегодня: Проблемы и перспективы развития. Материалы международной научно-практической конференции: в 2 частях. Научный центр «Диспут». – 2016. – С. 18–19.

2 – Горьков В.А., Коркишко А.Н., Набоков А.В., Крижановская Т.В., Огороднова Ю.В. Стабилизация грунтов методом «холодного ресайклинга» в условиях многолетнемерзлых грунтов для обустройства нефтегазовых месторождений // Фундаментальные исследования. 2017. № 7. С. 20-24.

3 – Калгин, Ю. И. Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий с применением модифицированных битумов / Ю. И. Калгин, А. С. Строкин, Е. Б. Тюков. — Воронеж: Воронежская областная типография, 2014. - 224 с.

4 – Wirtgen (холодный ресайклинг): руководство по применению. 2-е изд. Windhagen Deutschland, 2006. С. 33.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК, УЛУЧШАЮЩИХ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

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

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

Асфальтобетонные покрытия автомобильных дорог являются наиболее распространенными в дорожно-строительной отрасли. С каждым годом интенсивность движения на дорогах непрерывно возрастает, что приводит к быстрому разрушению дорожных покрытий. Для увеличения срока их службы на данный момент разработано много новейших технологий. Надежную работу могут обеспечить асфальтобетоны, модифицированные добавками.

Особенностью современной технологии является применение адгезионных и полимерных добавок, позволяющих корректировать свойства асфальтобетонных смесей.

Задачами исследования являются:

- определить наиболее эффективные добавки, значительно улучшающие свойства производимого асфальтобетона;
- сделать вывод об использовании добавок.

Качество асфальтобетонной смеси значительно повышается вследствие использования адгезионных добавок, которые, в свою очередь, улучшают свойства нефтяного битума и увеличивают эффективность его сцепления с разными видами каменных материалов.

Адгезионные добавки способствуют:

- улучшению сцепления нефтяных битумов и полимерно-битумных вяжущих с поверхностью минеральных материалов из основных и кислых горных пород;
- снижению температуры укладки асфальтобетонных смесей, увеличению дальности транспортировки и продлению срока строительства;

- замедлению старения битумов при достаточно высоких температурах;
- повышению теплостойкости, морозостойкости, водостойкости, коррозионной стойкости и, как следствие, долговечности асфальтобетонных покрытий.

Добавление адгезионной присадки «АМДОР-10» производится на асфальтобетонном заводе перед приготовлением асфальтобетонной смеси. Для введения присадок в битум может использоваться аппаратура самого АБЗ или установки для приготовления полимер-битумного вяжущего, а также специальные установки для введения присадок.

Адгезионная присадка «АМДОР-10» используется в дорожном строительстве для:

- продления срока службы и повышения качества дорожных покрытий,
- улучшения технологических показателей при производстве асфальтобетонных смесей.

Адгезионная добавка «Амдор-ТС-1» вводится в битум на стадии изготовления асфальтобетонной смеси. Введение добавки «Амдор-ТС-1» в битум (от 0,3 до 0,7 %) позволяет:

- понизить температуру укладки асфальтобетонной смеси на 30-40 °С,
- повысить сцепление битума с минеральными материалами до показателя – образец 1-2 по ГОСТ 12801,
- значительно снизить энергозатраты и трудозатраты при укладке и уплотнении асфальтобетонной смеси,
- увеличить дорожно-строительный сезон на 1,5-2 месяца,
- увеличить расстояние перевозки асфальтобетонной смеси,
- производить работы при достаточно низких температурах,
- увеличить срок службы дорожных покрытий.

Адгезионная присадка БАП-ДС-3 предназначена для повышения сцепления жидких и вязких дорожных битумов с минеральными материалами, применяемыми в дорожном строительстве, вследствие чего долговечность асфальтобетонных покрытий увеличивается почти в 2-2,5 раза.

Одно из перспективных направлений повышения качества и срока службы асфальтобетонных покрытий – разработка технологии производства асфальтобетонных смесей, модифицированных полимерными материалами. При этом существует две технологии усовершенствования свойств асфальтобетонов:

- изменение свойств битумов путем добавления модификаторов;
- непосредственным введением в смеситель специальных добавок.

Преимущество применения полимерных присадок:

- повышение жесткости и эластичности покрытия при высоких температурах эксплуатации;
- увеличение пластичности дорожного полотна при минусовой температуре;
- сопротивляемость проникновению разрушающих воздействий воды, механических и ударных повреждений, влиянию агрессивных химических веществ;
- улучшение сцепления с поверхностью каменных составляющих щелочных и кислых почв.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что для наиболее прогрессивного улучшения свойств асфальтобетона целесообразно использовать несколько добавок параллельно. Стоимость асфальтобетонной смеси увеличится, но это будет оправдано максимально увеличенным сроком службы асфальтобетонных дорожных покрытий.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ДОРОГИ ЧУЙСКОГО ТРАКТА

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

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

Почему новому освещению российских трасс уделено такое пристальное внимание? Дело здесь в следующем. Многочисленными зарубежными исследованиями доказано:

качество освещения дороги напрямую влияет на статистику происходящих ДТП. Наиболее показательными стали данные европейских ученых. Немецкие, шведские, британские и американские исследователи единогласно заявляют: высококачественное освещение дороги способно спасти жизнь 65% участников автомобильного движения и 50% пешеходов. Именно на столько процентов снижаются показатели смертности в ДТП при условии хорошего освещения дорог.

Другие данные сообщают ученые из Нидерландов и Германии. Они выяснили, что количество ДТП обратно пропорционально качеству освещения дороги. Скажем, при улучшении качества освещения в 2–5 раз число аварий снизится на 10%. Вывод из проведенных экспертиз таков: чтобы максимально обезопасить движение на дорогах, нужно обеспечить их непрерывное магистральное освещение. Отдельное внимание необходимо уделить созданию бесперебойного яркого света в темное время суток.

К сожалению, в данный момент на дорогах нашей страны используется далеко не самое современное осветительное оборудование. Освещение движения пока невозможно сделать круглосуточным в масштабах всей страны. Эта ситуация сложилась на подавляющем большинстве российских автодорог. Препятствий к установке качественного бесперебойного освещения на сегодня несколько:

Практически вся дорожная сеть России освещается ртутными и натриевыми лампами газоразрядного вида. Типичные примеры — лампы РКУ-400 и ДнаТ-250. Оба этих варианта — не самое лучшее решение с точки зрения светоотдачи, более того, указанные источники света потребляют значительное количество электрической энергии.

В целях рационального потребления энергии российские города и деревни вынуждены экономить на освещении дорог. Классический вариант — работа светильников «через один». Отсюда слабая видимость дорожного полотна и частые происшествия на дорогах.

У газоразрядных светильников есть еще два существенных минуса:

1. Плохая работа при низкой температуре воздуха. Если столбик термометра опустится ниже -30°C , лампа рискует не зажечься вовсе.
2. Значительные затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Газоразрядные лампы необходимо часто менять и тщательно очищать. К тому же, отработанная лампа трудно утилизируется, ведь помимо стекла она включает ртуть.

Новейшие способы освещения дорог

Мировой опыт доказал: лучший путь к совмещению экономии электричества с качественным уровнем освещения — применение светодиодных светильников. Именно такими источниками света в европейских и западных странах заменены обычные лампы.

Эту всемирную инициативу постепенно перенимает и наша страна. В России принят Федеральный закон об энергосбережении. Власти на муниципальном и региональном уровнях внедряют новые технологии освещения дорожного полотна. Источники света становятся дешевле и проще в обслуживании, при этом качество освещения существенно повышается. В ряде регионов РФ успешно завершены проекты по замене устаревших ламп на уличные энергосберегающие светильники.

Высоких результатов в реализации проектов по переходу на светодиодные источники света при освещении автодорог достигла российская компания «АтомСвет». Так, при реализации проекта по освещению трассы «Улан-Удэ — аэропорт Байкал» была произведена замена 100 обычных уличных светильников РКУ-400 новейшими светодиодными «Way 03-100-13600–140 (Ш1)».

Результаты замены обычных светильников на светодиодные следующие:

А. Экономия электроэнергии

На участке трассы протяженностью 3,5 километра удалось сэкономить 189 800 кВт/ч за один год. В денежном эквиваленте это более чем 650 тысяч рублей.

Б. Знаковые показатели работы светильников

Продукция «АтомСвет» была выбрана как оптимальная для работы в условиях сурового климата Бурятии. Январские температуры здесь опускаются ниже -30°C , летом же доходят до $+40^{\circ}\text{C}$. Правильность выбора светильников полностью подтвердилась результатами эксперимента.

В. Улучшение цветопередачи

Индекс этого показателя вырос более чем вдвое по сравнению с обычными светильниками, оснащенными ртутными лампами. Благодаря этому удалось снизить уровень утомляемости водителей на трассе.

Результаты, которых добилась компания «АтомСвет», наглядно демонстрируют: российский бизнес готов работать в заданном направлении и улучшать отечественные автодороги. Для того, чтобы бизнес-структуры начали активно внедрять новейшие технологии, им нужно лишь наладить диалог с государством.

На сегодняшний день единственная весомая трудность для установки светодиодных светильников - их довольно высокая стоимость. Но эксперты, наблюдавшие за российскими проектами, уже успели доказать быструю окупаемость подобных приборов. Например, подсчитано: эксперимент по замене обычных светильников энергосберегающими светодиодными на трассе «Улан-Удэ — аэропорт Байкал» оправдает финансовые вложения на модернизацию освещения уже через 3 года. В то время как сами светильники исправно прослужат как минимум 12 лет, не требуя трудоемкого обслуживания.

И все же самое ценное достижение светодиодного освещения — сохранение жизни и здоровья людей на дорогах. Предлагаемые решения обеспечивают равномерный световой поток и оптимальную светоотдачу, что гарантирует максимальную видимость на автодорогах, снижая уровень ДТП и происшествий.

АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Иванищева Д.- студент, Медведев Н.В.- ассистент

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

Автомобильная дорога – это комплекс сооружений, обеспечивающих непрерывное и безопасное движение автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями. В настоящее время строительство автомобильных дорог непрерывно ведется по всему миру, а по уже существующим дорогам ежесекундно проезжает огромное количество транспортных средств. Именно из-за столь огромной востребованности проектировщики должны предпринять все возможное, чтобы автомобильные дороги были максимально безопасны.

Обеспечить безопасность невозможно без принципиально новых методов сбора и обработки данных, так как на все стадии проектирования отводится намного меньше времени, чем несколько десятилетий назад (что связано с ростом спроса). Поэтому применение традиционных методов недопустимо. Им на смену приходят все новые технологии сбора и обработки данных, обеспечивающих точность расчетов при правильной эксплуатации и сокращение времени, необходимого на проектирование.

Проектно-изыскательные работы подразделяются на три этапа: полевые и камеральные работы, проектирование. В данной работе предлагаю рассмотреть использование новейших технологий для каждого этапа работ.

Полевые работы осуществляются с помощью различных современных геодезических приборов:

Электронные тахеометры –универсальные и самые популярные в мире приборы. Они объединяют в себе возможности электронных теодолитов и дальномеров. Приборы снабжены устройствами хранения и обработки данных, имеют встроенное программное обеспечение для решения различных прикладных геодезических задач

Большая доля изыскательских работ (40-60 % от общего объема изыскательских работ) приходится на аэроизыскания, когда трассирование дорог ведут по стереоскопической модели (наложение снимков с созданием стереоэффекта). Для трассирования используют

съемку в масштабе 1:12000 - 1:20000 с высоты 700-1000 м, в трудных условиях - 1:17000 - 1:25000 с высоты 1-2 км.

Спутниковые геодезические системы GPS – приборы для определения пространственных координат по результатам обработки сигналов, получаемых с искусственных спутников земли систем NAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия). Они позволяют работать в любое время суток и любую погоду.

Геофизические изыскания. Здесь широко применяются георадары. В землю излучается электромагнитная волна, которая отражается от разделов сред и различных включений.

Метод электроразведки основан на измерении кажущихся сопротивлений грунтов по глубине ($\rho_2 > \rho_1$). Два заземления (штыря) подключаются к полюсам источника постоянного тока. Прибором измеряется разность потенциалов между ними. Чем дальше друг от друга штыри, тем больше глубина исследования.[1]

Следующие этапы- камеральные работы и проектирование- выполняются на компьютере.

На стадии камеральных работ производится прием данных, вычисление и уравнивание, создание топоплана, построение объемной геологической модели. Для этого используют программные продукты: CREDO_DAT, «TSP — Tacheometric Survey Processor».

При проектировании плана трассы рационально использовать машинную реализацию метода тангенсов. В основу метода тангенсов положен принцип полигонального трассирования. В самом примитивном варианте (программа ROAD) суть машинной реализации заключается в том, что вводятся координаты вершин полигонального хода в декартовых или полярных координатах. На следующем этапе проектировщиком задаются значения радиусов вписываемых кривых и длины переходных кривых. Результатом расчета являются две ведомости: ведомость углов поворота, прямых и кривых и ведомость элементов трассы. Графический способ реализации метода тангенсов заключается в том, что на экран монитора выдается цифровая модель местности. С помощью курсора мыши фиксируются опорные точки полигонального хода и проводятся прямолинейные отрезки. После этого с помощью геометрического проектирования в углы поворота вписываются круговые кривые. Параметры закруглений, величины углов и ведомость углов поворота, прямых и кривых вычисляется автоматически. Оба эти способа можно реализовать в программном комплексе CREDO.[2]

Все чаще для проектирование автомобильных дорог используют инженерную программу PLATEIA, включающая в себя следующие модули: местность, оси, продольный профиль, поперечные сечения, транспорт.

Использование систем автоматизированного проектирования требует коренных изменений во всей традиционной технологии сбора и переработки проектно-изыскательской информации, поэтому в данной работе представлены данные о методах и способах проведения работ посредством новейшего оборудования, что обеспечивает необходимую точность результатов и позволяет сократить время проектно-изыскательских работ.

Список литературы

1. Изыскательные работы [Электронный ресурс] // domzem. - Режим доступа: domzem.su/pribory-ispol-zuemy-e-v-geodezii.html - Загл. с экрана.
2. Федотов, Г.А. Изыскания и проектирование автомобильных дорог / Г.А. Федотов, П.И. Поспелов. В 2 кн. Кн.1: Учебник. – М.: Высш. шк., 2009. – 646 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ НА
ДОРОГАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ЗАВЬЯЛОВСКОГО РАЙОНА.

Евстратов А.А. – магистрант, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) — система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.[1]

В настоящее время высокий уровень аварийности на автомобильных дорогах остается серьезной социально-экономической проблемой. Хотя в последнее время наблюдается тенденция снижения абсолютных показателей аварийности, но уровень ее все же остается высоким.

Аварийность и травматизм на автомобильном транспорте превратились в серьезную социально-экономическую проблему во всем мире. Положение в сфере безопасности дорожного движения Организация Объединенных Наций (ООН) характеризует как глобальный кризис. [2]

Состояние безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте Российской Федерации по-прежнему продолжает оставаться серьезной социально-экономической проблемой.

Анализ аварийности на дорогах - это основная из частей оценивания того, насколько качественное дорожное движение. Требуется проведение анализа для того, чтобы разработать меры по улучшению уровня безопасности на дорогах.[3]

Анализ уровня аварийности может быть трех различных видов. А именно, осуществляется проведения исследования:

- государственного;
- ведомственного;
- инженерного.

Государственный уровень отличается тем, что на его уровне осуществляется решение стратегических задач, а анализ предоставляет такие сведения, как:

- общий уровень аварийности;
- статистику тяжелых последствий;
- динамику;
- тенденции.

Именно по таким данным происходит коррекция нормативов и разработка методов, структуры управления и финансовой политики.

Ведомственный уровень - это решение специфических задач. Например, водителей транспорта очень интересует такой момент, как повышение квалификации и ее взаимосвязь с количеством аварий за последний период, а также улучшение условий труда для тех, кто водит общественные ТС. Помимо этого исследуются такие данные, как зависимость количества аварий от того, в каком состоянии находятся дороги, проводится ли их благоустройство, а также как именно правоохранительные органы осуществляют профилактические меры правонарушений.[3]

Инженерный уровень - это решение организационно-технических задач по аварийности на конкретной местности или на отдельном очаге.

В результате несения службы сотрудниками ОГИБДД за 12 месяцев 2017 года было выявлено 5090 нарушений ПДД (2016г. – 4900), в том числе 250 фактов управления транспортным средством водителями в состоянии алкогольного опьянения (2016г – 285), 444 за превышение установленной скорости движения (2016г. – 520). Процент выявленных грубых нарушений правил дорожного движения составил 67,7% (2016г. – 65,5%).

За истекший период 2017 года на территории Завьяловского района зарегистрированного 10 дорожно-транспортных происшествий в результате которых 16 человек получили телесные повреждения, в том числе 1 ребенок, 1 человек погиб.

Ниже приведены места совершения ДТП – Таблица 1.

Таблица 1 - Распределение ДТП по месту совершения.

Место происшествия	Количество ДТП (учтеных-погибло-ранено)
а/д ст. Овечкино-Завьялово	1 (1-0-1)

а/д Романово-Завьялово	2 (2-0-4)
а/д Родионо-Завьялово	3 (3-0-8)
а/д Ребрихаблаговещенка	2 (2-1-1)
с.Гонохово	1 (1-0-1)
с.Завьялово	1 (1-0-1)

Количество ДТП по видам происшествий – Таблица 2.

Таблица 2 - Распределение ДТП по видам происшествий.

Вид ДТП	Количество ДТП (учтеных-погибло-ранено)
Наезд на пешехода	2 (2-1-1)
Столкновение	4 (11-0-11)
Опрокидывание	2 (2-0-2)
Наезд на препятствие	1 (1-0-1)

Распределение ДТП по причинам возникновения – Таблица 3.

Таблица 3 - Причины совершения ДТП.

	Количество ДТП (учтеных-погибло-ранено)
Несоответствие скорости и конкретным условиям движения	5 (6-0-6)
Непредставление преимущества в движении	3 (9-0-9)

Количество пострадавших в ДТП – Таблица 4.

Таблица 4 - Распределение пострадавших в ДТП

Пассажиры	9
Водители	4
Пешеходы	2
Велосипедисты	0

Каждое ДТП обусловлено несколькими одновременно действующими факторами. Для более полного изучения причин возникновения ДТП целесообразно воспользоваться средствами пространственного анализа, которые должны предоставлять информацию о точном местоположении, данные о конструктивных элементах, средствах организации дорожного движения, наличие пересечений и примыканий, данные о продольном профиле и оценке состояния автомобильной дороги.

Основными задачами ГИС являются осуществление комплексного анализа причин и условий, способствующих совершению ДТП, и последующая оценка эффективности принимаемых решений, в том числе с использованием методов математического моделирования. На этой основе осуществляется подготовка предложений по приоритетным направлениям государственной политики в области обеспечения безопасности дорожного движения.[4]

Различные информационные ресурсы позволяют детально изучать факторы, способствующие совершению дорожно-транспортных происшествий на автодорогах как в целом, так и на месте конкретного происшествия. Приоритетным направлением деятельности ГИС является мониторинг информации обо всех дорожно-транспортных происшествиях поступающей круглосуточно. Полученные сведения позволяют отследить эффективность мер, принимаемых на месте ДТП для снижения тяжести их последствий[6].

Такая работа подразумевает необходимость обработки и визуализации больших объёмов информации из различных источников. Эта информация включает не только данные о конкретном месте и времени возникновения ДТП, но также о расположении постов и нарядов Госавтоинспекции и зонах их ответственности, о зонах ответственности ОВД, МЧС

и учреждений здравоохранения как на федеральных автодорогах, так и на региональном уровне вплоть до районного, о погодных условиях, плотности и направлениях движения транспортных средств, состоянии дорожного покрытия и др.

Источниками необходимых сведений могут быть информационные системы органов исполнительной власти, организаций, отвечающих за безопасность дорожного движения, охрану правопорядка и обеспечение общественной безопасности, информационные системы Госавтоинспекции и коммерческие поставщики данных.

Список литературы

1. «Географическая информационная система» на сайте ГИС-Ассоциации
2. О.А.Кимлацкий, В.Ю.Кравченко, И.В.Макаренкова/ Краткий обзор аналитического доклада к четвертому Международному конгрессу «Безопасность на дорогах ради безопасности жизни»
3. Проблемы анализа аварийности на дорогах РФ // <http://kitocenka.ru/problemny-analiza-avariynosti-na-dorogakh-rf>
4. Половинкина А.В.; компания DATA+, Наумов С.В.; компания Esri CIS//2012 Применение ГИС-технологий для повышения безопасности на автодорогах России
5. Дупленко А. Г. Этапы и тенденции развития геоинформационных систем // Молодой ученый. — 2015. — №9. — С. 115-117. — URL <https://moluch.ru/archive/89/18321/>.
6. Применение ГИС-технологий для повышения безопасности на автодорогах России: сайт Датаплюс. Статья Половинкина А.В.[Электронный ресурс].URL: https://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=8315&SECTION_ID=265

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИКЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Боярко Е.О. – магистрант, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

Дорожное хозяйство Российской Федерации в настоящее время подошло к необходимости перехода на современный мировой уровень качества строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог, который должен быть основан на применении новейших средств получения оперативной диагностической информации. Необходима полная, объективная и достоверная информация о транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог, условиях их работы, степени соответствия их фактических потребительских свойств, параметров и характеристик требованиям безопасности дорожного движения. Результаты диагностики и оценки состояния автомобильных дорог являются информационной базой для решения управленческих задач, определения и оценки технического уровня, потребительских свойств дорог, а также управления состоянием дорожной сети на основе рационального использования финансовых средств и материально-технических ресурсов [1].

Российская отраслевая система диагностики федеральной сети автомобильных дорог по своей структуре вполне сопоставима с аналогичными зарубежными системами. В ней присутствуют все элементы, необходимые для подобных систем: сбор информации о дорогах, формирование банка дорожных данных, анализ полученной в результате диагностики информации, ежегодное и среднесрочное планирование ремонтных работ, система контроля качества работ, система оперативного контроля.

Подпрограммой «Автомобильные дороги» ФЦП «Модернизация транспортной системы России» предусмотрено расширение существующих и создание новых систем мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния федеральных дорог и мостов с применением современных информационных технологий в целях оптимизации на основе адресного и эффективного планирования работ по ремонту и содержанию федеральной дорожной сети, обеспечения ее сохранности. Для научно-технического обеспечения решения указанных

задач предусматривается совершенствование организации проведения работ по диагностике федеральных автомобильных дорог, разработка нового диагностического оборудования и приборов, создание и совершенствование автоматизированных банков дорожных данных, разработка компьютерных методов планирования дорожных работ с целью повышения эффективности принимаемых решений и сокращения затрат в сфере управления состоянием дорожной сети [2].

Совершенствование организации проведения работ по диагностике федеральных автомобильных дорог в основном связано с уточнением перечня определяемых параметров и периодичностью их обновления. Разработка современных диагностических лабораторий должна ориентироваться на лучшие образцы зарубежной техники с учётом особенностей российских дорог. Банк дорожных данных должен удовлетворять запросам пользователей, поставленным перед системой диагностики федеральных автомобильных дорог задачами и действующим или планируемым корпоративным информационным системам. Разработанный под руководством автора автоматизированный банк дорожных данных АБДД «Дорога» первоначально создавался, как справочно-информационный фонд, дающий сведения о параметрах дороги, пересечениях и примыканиях, конструкции дорожных одежд, обустройстве, интенсивности и составе движения и т.д [2].

С развитием инструментального диагностического обследования стали расширяться номенклатура информационной модели и меняться качество информационных сведений о транспортно-эксплуатационном состоянии Федеральных дорог. В последние годы на базе созданного информационного модуля АБДД «Дорога» разработан целый перечень прикладных задач, связанных с управлением дорожным хозяйством. Используя опыт ФГУП «РОСДОРНИИ» ряд дорожных организаций в различных регионах успешно создают и развивают свои информационные системы о состоянии территориальных дорог. Все эти информационные системы лишь частично совместимы между собой, что вызывает определенные трудности при сборе и конвертации данных.

Одним из основных направлений является разработка прикладных программ на основе информации банка дорожных данных, содержащего полную информацию по диагностике, инвентаризации и паспортизации обследуемых автомобильных дорог и дорожных сооружений на них, с всесторонним анализом данных и последующей разработкой инженерных решений [4].

В настоящее время в дорожном хозяйстве существуют несколько банков дорожных данных, написанных разными разработчиками, имеющими разную архитектуру, структуру данных и решающие разные прикладные задачи. Главным недостатком существующих баз данных является то, что они не предназначены решать задачи на уровне отрасли.

Их целью является повышение эффективности диагностических и ремонтных работ и сокращение затрат на диагностику автомобильных дорог и дорожных сооружений на основе совершенствования отраслевого автоматизированного банка дорожных данных, повышение уровня качества технических средств диагностики дорог, расширения их функциональных возможностей.

Результатом работы должно быть совершенствование системы управления дорожным хозяйством России, функционирующей на территории большой протяженности, имеющей развитую инфраструктуру и сложную многоуровневую и многоведомственную схему на основе создания единой системы управления состоянием сети дорог путем использования в обновленном отраслевом банке дорожных данных и электронного паспорта автомобильных дорог и электронной карты сети автомобильных дорог с геоинформационной системой (ГИС), для обеспечения объективной информации о фактических транспортно-эксплуатационных показателях сети автомобильных дорог [4].

Главное преимущество совершенствуемого банка дорожных данных - решение задач управления непосредственно на уровне отрасли - дорожного хозяйства Российской Федерации. Использование новейших технологий в области создания программных приложений для поддержания режимов ввода и поиска требуемой информации с

предоставлением данных в форматах определяемыми нормативными документами и запросами потребителей.

Диагностика является элементом системы управления состоянием автомобильных дорог. В настоящее время диагностика федеральных автомобильных дорог регламентируется двумя документами: это «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог» ОДН 218.0.006-2002 и «Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования». В соответствии с этими документами целью диагностики автомобильных дорог является получение информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, условиях их работы и степени соответствия фактических потребительских свойств, параметров и характеристик требованиям движения. По результатам диагностики дорог в процессе эксплуатации выявляют участки, не отвечающие нормативным требованиям. На основе полученных результатов, определяют виды и состав основных работ и мероприятий по ремонту и содержанию дорог для решения одной из основных задач, стоящей перед диагностикой – планирования ремонтных работ. Результаты диагностики дорог являются предпроектным материалом и информационной базой для разработки в установленном порядке проектов реконструкции, капитального ремонта, ремонта и содержания эксплуатируемых дорог. Только в отдельных случаях, предусмотренных «Классификацией работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования», допускается разработка сметной документации на ремонт и содержание дорог на основании результатов диагностики и оценки их состояния вместо разработки полноценного проекта. Непосредственно по результатам диагностики и только в отдельных случаях могут выполняться работы по восстановлению и защите верхних слоев дорожных покрытий, а работы по усилению и перестройке дорожных одежд должны выполняться только по проектно-сметной документации, подкреплённой результатами детальных обследований ремонтируемых участков дорог. Этими принципами должны определяться методики полевых работ при диагностике. Что касается ежегодного и среднесрочного планирования ремонтных работ, то для него обычно используют укрупнённые технико-эксплуатационные показатели [3].

По результатам диагностики невозможно точно определить, какая именно технология восстановления дорожной одежды будет использована на участке дороги. Для этого необходимы детальные, трудоёмкие и достаточно дорогие обследования дорожной конструкции с использованием бурения, георадаров, вибродатчиков и т.п. Поэтому при планировании ремонтных работ используют средние укрупнённые показатели стоимости ремонтных работ. Что касается ровности и сцепных свойств дорожных покрытий, то здесь важно находятся ли значения показателей выше или ниже нормативных значений. Для планирования ремонтных работ важно знать не точные значения прочности дорожной одежды, ровности и сцепных свойств дорожного покрытия, а только выше или ниже норматива находятся эти показатели.

Следовательно, если принять, что основной целью диагностики федеральных автомобильных дорог является составление ежегодных и среднесрочных программ ремонтных работ, то можно существенно снизить требования к точности результатов измерений и за счёт этого значительно уменьшить трудоёмкость и повысить производительность полевых работ. При таком подходе существенно возрастает роль оценки состояния дорожного покрытия. По состоянию дорожного покрытия можно выбирать участки дорог, на которых вообще не требуется проводить измерения, так как их характеристики заведомо выше или ниже нормативных. Целесообразно проводить оценку состояния дорожного покрытия два раза в год - весной и осенью.

Создано единое информационное пространство системы диагностики автомобильных дорог Российской Федерации. Российскими дорожниками были сформулированы основные требования к системе диагностики дорог, включающие единую нормативно-методическую базу по обследованию дорог, единую систему транспортно-эксплуатационных показателей дорог, использование метрологически аттестованных технических средств диагностики,

использование нормативно-методической базы и технических средств диагностики, не уступающих международным стандартам. В настоящее время в России выпускаются опытные образцы и серийные партии диагностических лабораторий, реализующие механизированные или автоматизированные методы измерений основных параметров автомобильных дорог [3].

Список литературы

1. Диагностика автомобильных дорог: учебно-методическое пособие для студентов специальности «Автомобильные дороги» / И. Леонович, С. В. Богданович. – Минск: БНТУ, 2012. - 226с.
2. Автоматизированный банк дорожных данных АБДД «ДОРОГА». Инструкция пользователя. М. : ФГУП «РОСДОРНИИ», 2005. - 48 с.
3. ВСН 6-90. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.- М. : Транспорт, 1990. 54 с.
4. Концепция системы диагностики автомобильных дорог. ФДС России. 1999 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

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

В настоящее время проблемы повышения эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий очень велики. С высоким ростом интенсивности и различными природными условиями возникают новые требования к долговечности и прочности асфальтобетонов. В этом направлении идет интенсивная работа.

Наиболее распространенными дорожно-строительными материалами, используемыми в дорожном строительстве для покрытий автомобильных дорог, являются асфальтобетонные смеси.

Качественные асфальтобетонные смеси получают, используя различные виды модифицирующих добавок.

Проведен анализ влияния ПАВ АМДОР-10 на свойства асфальтобетона. Показана возможность регулирования водоустойчивости асфальтобетона этой добавкой.

Добавка АМДОР-10 – вязко-текучая масса от коричневого до темно-коричневого цвета. Показатель сцепления битумов с поверхностью кислых минеральных материалов при содержании добавки в битуме 0,3-1% массы – составляет 80-100%. Концентрация добавки подбирается по результатам предварительных лабораторных испытаний для конкретного состава асфальтобетонной смеси.

Добавки вводились в битум в количестве 0,2% от массы битума. Нефтяные дорожные битумы марок БНД 90/130 различных окислительных установок дорожных организаций с добавками указанных ПАВ показали повышенное сцепление с песком, улучшение низкотемпературных свойств – растяжимость при 0 °С и температуры хрупкости.

Для проверки влияния предложенной добавки на изменение физико-механических свойств асфальтобетона проводились испытания его образцов, изготовленных из горячей песчаной смеси типа Г марки I следующего состава:

- дробленый песок из кварцитопесчаника с размером зерен свыше 0 до 5 мм – 95%;
- известняковый минеральный порошок (содержание частиц менее 0,071 мм 75 %) – 5%;
- битум БНД 90/130 с добавкой ПАВ – 6,7%. При этом расход битума без добавки ПАВ в асфальтобетонной смеси при изготовлении контрольных образцов составлял 7,0%.

В дробленном песке из кварцитопесчаника преобладали минералы кварца (92,79 %), его марка по прочности соответствовала марке «1000», содержание глинистых частиц не превышало 0,5 %. Дробленый песок из кварцитопесчаника соответствовал требованиям ГОСТ 8736-95, а известняковый минеральный порошок – ГОСТ Р52129-2003 для

неактивированного минерального порошка марки МП-1. Запроектированный зерновой состав минерального остова песчаного асфальтобетона типа Г удовлетворял кривым плотных смесей непрерывного зернового состава по ГОСТ 9128-97. При этом пористость минеральной части запроектированного асфальтобетона составляла 19,0 %, остаточная пористость 3,0 %.

Асфальтобетонная смесь типа Г марки I применяется для устройства верхних слоев покрытий при новом строительстве и капитальном ремонте дорог I и II категорий, улиц, подъездов и площадок.

Приготовленная асфальтобетонная смесь приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Приготовленная смесь



Рисунок 2 – Образец асфальтобетона на битуме с добавкой ПАВ

Приготовление образцов асфальтобетона на битуме с добавкой ПАВ (рисунок 2) производилось при температуре 130 °С, а на битуме без добавки ПАВ – при температуре 150 °С.

Испытание цилиндрических асфальтобетонных образцов (диаметром и высотой 50,5 мм) для установления показателей физико-механических свойств проведено по ГОСТ 12801-97. Результаты определения показателей физико-механических свойств асфальтобетона типа Г марки I приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств асфальтобетона

Вид битума в составе асфальтобетона	Содержание ПАВ в битуме	Предел прочности при сжатии, МПа, при температурах, °С			Водонасыщение, % по объему	Водостойкость	Водостойкость при длительном водонасыщении
		20	50	0			
БНД 90/130	0	4,18	1,75	8,30	3,10	0,90	0,80
БНД 90/130 с ПАВ АМДОР-10	0,2	4,18	1,79	8,70	1,50	0,96	0,94
Требования ГОСТ 9128-97 (III ДКЗ)	-	не менее 2,5	не менее 1,3	не более 11,0	от 1,5 до 4,0	не менее 0,90	не менее 0,85

Из данных таблицы 1 можно сделать вывод, что запроектированные составы асфальтобетонных смесей типа Г марки I с применением битума, как с добавкой ПАВ, так и без добавки ПАВ по всем показателям физико-механических свойств соответствуют показателям ГОСТ 9128-97 для смесей I марки в условиях работы III дорожно-климатической зоны (ДКЗ). Однако основные показатели физико-механических свойств асфальтобетонных образцов на битумах с применением ПАВ значительно выше, чем на битумах без применения ПАВ. Так показатель предела прочности при сжатии при 50°С асфальтобетонных образцов на битуме с добавкой ПАВ увеличился на 2% (с 1,75 до 1,79 МПа).

Значительное влияние добавка оказывает и на водонасыщение, и на водостойкость образцов асфальтобетона (рис. 3). Так, водонасыщение асфальтобетонных образцов на битуме с добавкой ПАВ снизилось в 2 раза. Водостойкость асфальтобетонных образцов на битуме с добавкой ПАВ повысилась на 6 % по сравнению с исходным битумом и составила

0,96, а при длительном водонасыщении (15 суток) водостойкость возросла на 15 % и составила 0,94.

Основные показатели физико-механических свойств асфальтобетонных образцов на битумах с применением поверхностно-активных веществ значительно выше, чем на битумах без применения поверхностно-активных веществ. Таким образом, изменение показателей физико-механических свойств асфальтобетона (предел прочности при 0°C, 20°C, 50°C; водонасыщение; водостойкость; водостойкости при длительном водонасыщении) на битуме с добавкой исследуемых поверхностно-активных веществ в сторону повышения его качественных характеристик подтверждает эффективность применения таких добавок, что приводит к повышению износостойкости и долговечности асфальтобетонных покрытий.

Список литературы

1. Кучма М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1980. – 189 с.
2. Дерягин, Б. В. Адгезия твердых тел / Б. В. Дерягин, Н. А. Кротова, В. П. Смилга. – М.: Наука, 1973. – 270 с.
3. Королев, И. В. Дорожный асфальтобетон / И. В. Королев, Е. Н. Агеева, В. А. Головкин, Г. Р. Фоменко. – Киев: Вища школа, 1984. – 200 с.
4. Повышение надежности и долговечности автомобильных дорог. Статья под редакцией: Г.С. Меренцова, зав. Кафедрой САДиА, д.т.н., профессор, АлтГТУ им И.И. Ползунова, город Барнаул, журнал "Ползуновский Альманах".
5. Прочность и долговечность асфальтобетона. Издательства наука и техника. Под редакцией профессора Б. И. Ладыгина. Минск 1972.
6. Долговечность дорожных асфальтобетонов. В.А. Золотарев. Харьков 1977.
7. Дорожные асфальтобетонные покрытия. Руденский А. В. – М.: «Транспорт» - 1992 - 256 с.
8. Асфальтовые бетоны: И.А. Рыбьев: «Транспорт» 2006 г.
9. Перспективные технологии для повышения долговечности асфальто-бетона. Статья под редакцией С.К. Илиполов; И. В. Мардиросова: Е. В. Углова: кандидаты технических наук. ДорТрансПИИ.
10. Регулирование свойств асфальтобетона модифицирующими добавками, вводимыми в смесь. Статья под редакцией: В.А. Веренько, профессор, д.т.н., В.В. Занкович, к.т.н., П.П. Яцевич, инженер. Центр научных исследований и испытаний дорожно-строительных и гидроизоляционных материалов, БНТУ, г. Минск, Беларусь.

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СВОЙСТВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

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

Продление срока службы дорожных покрытий является одной из важнейших задач сферы строительства и реконструкции автомобильных дорог. Их эксплуатационный ресурс можно увеличить за счет проведения поддерживающих технологий.

Старение битума- главная причина старения асфальтобетона. При этом увеличивается хрупкость покрытия, снижается гидрофобность, в результате чего возникает большое число трещин в покрытии. Транспортные нагрузки на дорожное покрытие также приводят к потере его пластичности. Данные процессы особенно сильны зимой, когда температура воздуха ниже нуля. В связи с вышесказанным, видна необходимость в проведении профилактических мероприятий, направленных на повышение эксплуатационного качества покрытия.

Одним из таких мероприятий является пропитка верхнего слоя асфальтобетона “омолаживающими” составами. Эта технология позволяет продлить срок эксплуатации покрытия.

Пропитка покрытия является новой технологией, применяемой непосредственно на дороге. Постоянная обработка дорожного покрытия восстанавливает свойства состарившегося битума в асфальтобетоне, замедляет появление трещин на дорожном покрытии и способствует частичному восстановлению гидрофобности покрытия, тем самым уменьшая гололёдообразование и вредное влияние влаги на покрытие.

Проведен инженерно- технический анализ отечественных и зарубежных пропиточных составов с обоснованием их применения для защиты и восстановления асфальтобетонных покрытий.

Пропиточный состав компании CRAFCO (CRF) является катионной эмульсией масел и смол, и применяется на покрытиях, в которых уже начались начальные признаки разрушения. Принцип действия данной пропитки в том, что он проникает в состарившийся асфальтобетон и создает на его поверхности герметизирующий слой, за счет заполнения крупных пустот и трещин. CRF восстанавливает эластичность и упругость, а значит и долговечность асфальтобетонных покрытий.

Другим составом компании CRAFCO является RECLAMITE, представляющий собой катионную эмульсию нефтяных масел и смол. Данный состав применяется для “омоложения” асфальтобетонного покрытия. Как и CRF, RECLAMITE действует на битум путём замещения и пополнения фракций, утраченных из- за старения в процессе эксплуатации. Покрытия, имеющие начальные признаки старения, а так же новые покрытия целесообразно обработать составом RECLAMITE для предотвращения дальнейших разрушений при их эксплуатации. Состав позволяет сохранить асфальтобетонное покрытие при затратах, составляющих 1/3-1/2 стоимости традиционных видов ремонта.

Состав ASP, изготавливаемый компанией “Chem- Crete Corporation” является герметизирующим и гидрофобирующим, и представляет собой окисленную эмульсию на основе разжиженного битума, модифицированную активными веществами. Заполняя поры и пустоты, ASP предотвращает попадание воды, придает гидрофобные свойства обработанной поверхности, а так же усиливает сцепление между элементами покрытия, устраняя разрушение и шелушение поверхности.

Разработанная американской компанией пропитка LAS-320 предназначена для обработки поверхности асфальтобетона и не является составом на основе нефти. Пропитка одинаково хорошо работает как с новым, так и с существующим асфальтобетоном. Она формирует химическую связь в существующем ли новом асфальтобетоне и, проникая в поры, закупоривает их.

Пропиточное покрытие TL-2000 улучшает сопротивление скольжению, и повышает его износостойкость. Материал TL-2000 не только восстанавливает характеристику дороги, но и значительно ее улучшает. Он стоек ко всем видам солевых растворов, бензинам, маслам, кислотам, и практически водонепроницаем, что приводит к уменьшению расхода соли, наносимой на поверхность дороги, на 40-50%.

Данные пропиточные составы можно условно разделить на 2 группы: применяемые индивидуально (ПАБ “Дорсан”, TL-2000, LS-320), и применяемые вместе с песком (ASP, CRF, Reclamite).

Экономическая эффективность применения пропиточного состава обусловлена снижением затрат, по сравнению с проведением ремонта. Экономически наиболее выгодна

профилактическая мера по сохранению асфальтобетонного покрытия с использованием следующих пропиток:

-для предотвращения разрушения покрытия и появления трещин, а так же восстановления свойств покрытия при начальной стадии шелушения лучше всего использовать пропитку ПАБ “Дорсан”;

-для ликвидации поздних стадий трещинообразования, заполнения мест выкрошенного щебня и шелушения, целесообразно использовать пропитку “Reclamite” совместно с песком, либо САБ “Дорсан”;

Выявлено, что цена на пропиточные составы находится в пределах от 60 до 450 рублей за килограмм и отечественные пропитки стоят дешевле зарубежных. При этом выбирая пропиточный состав нужно учитывать, что их расход колеблется от 0,2 до 1,5кг/м². Выявлено, что среди отечественных пропиток наименьшие затраты на 1м² имеет ПАБ “Дорсан”, а среди иностранных- Reclamite.

Анализ существующего рынка пропиточных составов с учетом их свойств позволяет обосновать сферу их применения, а технико- экономический анализ способствует выбору оптимального варианта состава под конкретные нужды.

Список литературы

1. Г.С. Меренцова Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

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

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

Одной из основных причин преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий является развитие трещин в процессе их эксплуатации. Установлено, что трещиностойкость асфальтобетонных покрытий во многом определяется способностью асфальтобетона хорошо сопротивляться различным видам деформаций, его жесткостью, которая зависит от значений модуля упругости и прочности на растяжение при расколе (трещиностойкости). [1].

Механизм трещинообразования и основные признаки трещин:

Трещины на асфальтобетонном покрытии характеризуются внешними визуально наблюдаемыми признаками конфигурацией, состоянием кромок, шириной раскрытия на момент обследования, наличием в устье трещины продуктов расширения материала покрытия.

В соответствии с причинами образования различают трещины температурные, отраженные, силовые и технологические. Основной причиной образования температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях являются недостаточная прочность на растяжение и недостаточная деформативность асфальтобетона при пониженных температурах.

Внешними признаками температурных трещин, кроме четко выраженного интервала между ними, являются следующие:

- изменение ширины раскрытия трещины в зависимости от изменения температуры;
- слегка искривленный профиль с кромками;
- кромки температурных трещин в начальный период после образования не имеют разрушений, но при последующей эксплуатации покрытия образуются трещины.

При резком охлаждении и замерзании накопившейся воды возникают сколы кромок температурных трещин (рисунок 1,а), а при замерзшем основании или интенсивном нагревании покрытия происходит их разрушение (рисунок 1,б).

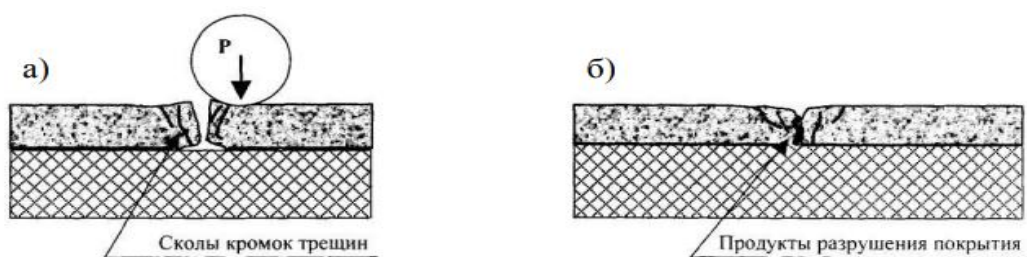
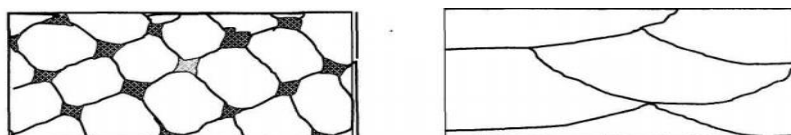


Рисунок 1 - Температурные трещины

Причиной образования силовых трещин является недостаточная несущая способность оснований или конструкции дорожной одежды в целом, а также неоднородность материалов, залегающих в основании. Силовые трещины развиваются начиная с низа покрытия и по мере воздействия нагрузки и накопления остаточных деформаций в массиве асфальтобетона проявляются на поверхности. В зависимости от конкретных местных условий силовые трещины могут быть единичными и в виде сетки. Силовые трещины в виде сетки трещин встречаются чаще и могут иметь серповидный профиль. (рисунок 2.) [1].



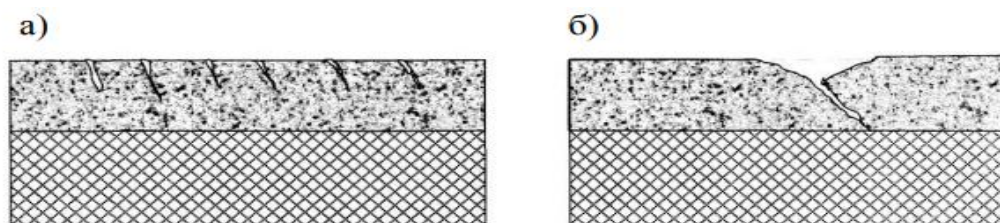
а) Сетка трещин; б) Серповидные трещины

Рисунок 2 - Отраженные трещины

Технологические трещины образуются в основном по причинам, связанным с нарушением технологии производства работ при устройстве асфальтобетонных покрытий. К основным видам технологических трещин следует относить: трещины на сопряжении смежных полос уложенного покрытия; трещины на сопряжении асфальтобетонного покрытия с укрепительными полосами или укрепленными обочинами, колодцами, или слоями.

Внешними признаками технологических трещин является их малая глубина распространения и малая ширина раскрытия в начальный период зарождения трещин. Развитие трещин, как правило, начинается от поверхности покрытия и связано с разрушением кромок. Основной причиной разрушения кромок является недостаточная плотность асфальтобетона. При длительной эксплуатации покрытий с технологическими трещинами в местах их расположения образуются выбоины.

Характерные виды технологических трещин приведены на рисунке 3.



а) при неправильном уплотнении; б) на сопряжении слоев

Рисунок 3 - Технологические трещины

Факторы, влияющие на процессы структурообразования и долговечность асфальтобетонов:

Проведенные обширные исследования позволили выявить некоторые особенности и закономерности процессов взаимодействия, а главное, создали предпосылки для направленного изменения этих процессов и регулирования свойств асфальтового бетона. Эти предпосылки лежат в основе технологии асфальтового бетона, предусматривающей применение в нем активных минеральных материалов. [1].

Важнейшие принципы этой технологии состоят в том, что введение рекомендуемых добавок, взаимодействующих с битумом, являются средством активного регулирования структурно-механических свойств асфальтобетона. Модификация битумов обеспечивает получение асфальтового бетона с требуемыми эксплуатационными свойствами.

Для направленного регулирования технологическими и строительнотехнологическими свойствами асфальтобетонных смесей и асфальтобетона необходимо учитывать факторы:

- приемлемое соотношение минеральных частиц, учитывая гранулометрический состав;
- оптимизация состава и свойств органического вяжущего;
- технологические воздействия на асфальтобетонные смеси при перемешивании и уплотнении асфальтобетона с учетом оптимальной упаковки минеральных частиц;
- технологические воздействия для формирования оптимальной контактной зоны на границе раздела «битум - минеральный материал».
- влияние состава битума и асфальтобетонной смеси на трещиностойкость асфальтобетонных слоев.

Повышение надежности и долговечности асфальтобетонных покрытий обуславливается направленным регулированием технологических свойств асфальтобетонных смесей. Для нейтрализации возникновения дефектов в асфальтобетонном покрытии необходимо, с одной стороны, повысить адгезионную прочность крупного заполнителя с органическим вяжущим, с другой - повысить трещиностойкость асфальтобетона.

Процессы структурообразования асфальтобетонов, как сложных многокомпонентных систем с коагуляционным типом структуры, зависят от содержания и вязкости вяжущего, особенностей взаимодействия его с минеральными компонентами. Контакт между минеральными частицами происходит по пленкам органического вяжущего. Наличие битумных пленок обуславливает коагуляционный характер структуры асфальтобетона. Оптимальная структура характеризуется полным обволакиванием битумом минеральных зерен и предопределяет нужную прочность при соответствующих значениях адгезионных сил.

Существенное влияние на процессы структурообразования асфальтобетонов оказывает битум. Битум в асфальтобетоне из-за действия поверхностных сил минерального материала претерпевает структурные изменения. Под влиянием межмолекулярного взаимодействия структура битума в пленках изменяется, возникает слой ориентированного битума с упорядоченным расположением высокомолекулярных соединений. Прочность связи звеньев цепочки по мере удаления от поверхности зерен падает. Битум при этом приобретает объемные свойства.

Каждому битуму, с учетом его конкретных физико-химических свойств соответствует своя оптимальная толщина пленки. При оптимальных толщинах пленка битума можно достичь высокой адгезионной прочности при необходимом сопротивлении растяжению.

Целенаправленное регулирование требуемых качественных характеристик асфальтобетона за счет свойств битума позволяет достигнуть лучшей трещиностойкости асфальтобетонных покрытий.

Коагуляционные контакты между частицами по битумным пленкам являются наиболее слабым звеном системы. Они оказывают наибольшее влияние на прочность системы. Формирование прочной структуры асфальтобетона происходит при обволакивании минеральных зерен битумом.

При незначительной прочности минерального материала наблюдается его когезионное разрушение. На основе опытов было установлено, что при разрушении асфальтобетона наблюдаются следующие виды разрушений, приведенные на рисунке 4.:

- по границе, силы когезии больше сил адгезии, пленка битума отрывается от зерен, (1);
- по битуму, когда силы адгезии превышают силы когезии битумной пленки, (2);
- по зернам минерального материала при достаточной адгезионной и когезионной прочности битумной пленки (3);

-смешанное разрушение, которое характеризуется разрушением битумной пленки и частичным отрывом ее от зерен минеральной части (4).

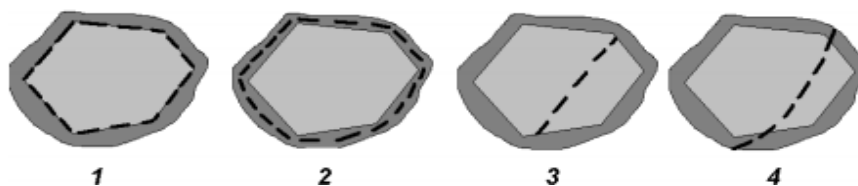


Рисунок 4 - Характер разрушения асфальтобетона

Контактная зона растворной части бетона с крупным заполнителем является очагом дефектов при действии механических нагрузок, попеременного замораживания и оттаивания, увлажнения и высыхания и т.п. Для нейтрализации возникновения дефектов необходимо, с одной стороны, повысить адгезионную прочность крупного заполнителя с растворной частью бетона, с другой стороны, улучшить деформативность бетона.

Показатели адгезионной прочности, позволяют оценить механическую долговечность контактной зоны «крупный заполнитель– органоминеральная часть асфальтового бетона», что создает условия для прогнозирования долговечности асфальтобетонных покрытий. При этом большое значение имеет морозоустойчивость и деформативность, от которых зависит надежность асфальтобетонных дорожных покрытий.

Список литературы:

1.Меренцова, Г.С. Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [Электронный ресурс] <http://new.elib.altstu.ru>Режимдоступа:http://new.elib.altstu.ru/eum/download/sadia/Merentsova_Monogr_PovTSDor - Заглавие с экрана

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА НЕБОЛЬШИХ ТЕРРИТОРИЯХ

Козлов И. С. - студент, Хребто А. О. – старший преподаватель

Сточные воды, появляются в процессе жизнедеятельности человека, поступая в водоемы, становятся одним из наиболее серьезных источников загрязнений, отрицательно отражающихся на здоровье человека. Для уменьшения загрязнения водоемов, применяют мероприятия по удалению из сточных вод загрязнений.

Отсутствие коммунальных сетей и сооружений для сбора и очистки сточных вод характерно для малых населенных пунктов с числом жителей до 5 тыс. человек, а также для части территорий малоэтажного жилищного строительства больших городов.

В связи с этим исследование процессов биологической очистки бытовых сточных вод на станциях очистки с дисковыми биофильтрами и разработка технологических и организационно-технических решений для повышения эффективности проектирования и эксплуатации коммунальных систем канализации в малых населенных пунктах являются актуальной научно-практической задачей.

Случаются ситуации, когда ни физическое воздействие на примеси, ни добавление в воду сильных химикатов результатов не дает, тогда приходится попросту воду такую кипятить, а твердые отходы сжигать. Пепел утилизировать гораздо проще.

Любому пользователю нужно знать, что выбор правильного фильтрующего утилизатора напрямую зависит от материалов самого прибора. Прочность у таких поверхностей должна быть высокой, как минимум. Любое токсичное вещество может привести к разрушению стыков, труб, ржавчине. И значит, вредные отходы могут вытечь из системы, создав сложную экологическую ситуацию в районе.

Качественный и количественный состав сточных вод, допустимых к сбросу в реки и озера, определяется законодательно, исходя из показаний аналитических исследований и норм ПДК. Предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) – это показатель, характеризующий отсутствие патологических изменений или заболеваний в организме человека при условии повседневного воздействия того или иного загрязнителя.

Простейшие очистные сооружения представляют собой отстойники, наполненные специальными химическими веществами – септиками. У фильтров подобного типа существует свой «потолок» - максимальная степень очистки не превышает 75%. Это значит, что отфильтрованные стоки будут плохо пахнуть и характеризоваться высокой степенью загрязненности вредными микроорганизмами. Подобный продукт нуждается в дополнительной доочистке и не может использоваться даже в качестве технической воды.

Сложные фильтры для сточных вод – это комплексная система водоподготовки, включающая несколько этапов улавливания биологических, механических и химических загрязнителей. На станциях водоочистки хозяйственно-бытовых и промышленных стоков помимо отстойников используются флотаторы, нефтеловушки, фильтры для очистки от жира, аэраторы, септики, мембранные модули и многое другое.

Фильтры могут быть стационарными и мобильными. Переносные системы водоподготовки состоят из аэрационных емкостей или барботера, угольного фильтра и обеззараживателя.

В случае если химическая и механическая фильтрация необходимых результатов не дает, используют термическую утилизацию бытовых стоков, во время которой главный элемент жизни испаряется, а примеси сгорают в жидком или газообразном топливе.

При выборе оборудования необходимо учитывать и степень влияния бытовых и производственных отходов на материал оборудования. Агрессивные среды могут провоцировать коррозию и последующее разрушение труб, стыковые и соединительных элементов. Кроме того, повышенное солесодержание в бытовых стоках – основная причина снижения пропускной способности труб.

Фильтры защищают от агрессивного действия среды при помощи специальных материалов (футеровка, битум, эпоксидная смола), или химических добавок, снижающих степень кислотности или щелочности хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод.

Список литературы:

1. Генерация [интернет ресурс] - <http://vodopodgotovka-vodi.ru/stochnye-vody/filtry-dlya-ochistki-stochnyh-vod>
2. ОчистиВоду.ру [интернет ресурс] - <http://ochistivodu.ru/typy-filtratsionnykh-sistem-dlya-ochistki-stochnykh-vod/filtry>

ПРОГРАММЫ, ПОМОГАЮЩИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ЕЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Шумилин А.Е. - студент, Медведев Н.В. – ассистент

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

В настоящее время спроектировать автомобильную дорогу не очень-то просто вручную или с помощью специальных чертежных принадлежностей. Для этого было создано множество программных средств, призванных облегчить, помочь в данном процессе, предназначенных для решения задач дорожного проектирования. Такие программы имели

место быть уже в 90-х годах прошлого века, произведенных в различных странах. Сейчас рассмотрим с некоторыми из них и познакомимся с ихними возможностями и функциями. Для обозначения таких программ широко используется аббревиатура САПР – это специализированное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации проектных работ, чаще всего такие программы называют «системами автоматизированного проектирования».

1) **IndorCAD/Road** — система проектирования автомобильных дорог. Система IndorCAD — ключевой программный продукт компании «ИндорСофт» для сопровождения этапа проектирования объекта инфраструктуры в рамках жизненного цикла объекта. Возможности системы реализуют концепцию информационного моделирования (BIM), позволяющую в процессе проектирования создавать не совокупность чертежей и описаний будущего объекта строительства, а его информационную модель, которая выступает в качестве общего ресурса знаний и получения информации об объекте, обеспечивая принятие оптимальных решений.

В ряд основных функций входит:

- Моделирование местности [можно заносить данные инженерно-геодезических изысканий, данные с картографических веб-сервисов и обрабатывать их; использование облаков точек (для построения подробной и точной ситуации рельефа); также система использует интернет-источники и активно использует их; способна смоделировать поверхности, инженерные изыскания(формирование трехмерных параметризованных объектов), инженерных коммуникаций, геологических сведений];

- Проектирование инфраструктуры [реализована поддержка типовых поперечных профилей, решений отгонов виражей, конструкций труб и ДО, сценариев откосов и пр., параметризованное моделирование дороги, моделирование слоёв земляного полотна и дорожной одежды, инженерного обустройства дороги, искусственных сооружений, проектирование транспортных узлов и обладает огромной библиотекой 3D элементов, для создания проектов];

- Анализ и контроль [соблюдения контроля норм, анализ поверхности, траектории движения, составление оценки видимости, водоотвода и освещенности];

- Чертежи и отчеты [оформление чертежей и составление ведомости];

- Обмен данными между различными программами.

Разработана в России.

2) **Robur - Автомобильные дороги**. Является универсальной системой автоматизированного проектирования автомобильных дорог от Российского разработчика НПФ Топоматик, обеспечивающим сквозной технологический процесс проектирования автомобильных дорог от обработки данных изысканий до выноса проекта в натуру и его инженерного сопровождения.

Данная программа обладает огромными функционалом. Так же у нее есть огромное разнообразие продуктов, то есть отдельная программа для АД, Ж/Д, ДО и т.д. Нас интересует первая. Рассмотрим ее блок выполняемых задач:

- Геодезия;

- Геология;

- ЦММ (представляет собой поверхность, связанную с векторной подложкой для отображения топографических знаков);

- Топографический план;

- Трассирование;

- Продольные и поперечные профили;

- Ремонт и реконструкция и др.

3) **GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia)** - проектирование автомобильных дорог в среде AutoCAD. Программный комплекс, предназначенный для проектирования, строительства и реконструкции автомобильных дорог с соблюдением норм и стандартов, а также для выполнения анализа траекторий движения транспортных средств в плане и

профиле, созданный Словенской компания CGS plus. GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia) предлагает инструменты и средства проектирования новых и реконструкции существующих дорог всех категорий. Кроме того, имеется возможность анализировать рельеф местности, рассчитывать объемы работ, моделировать процессы движения транспортных средств.

Программа отвечает потребностям инженеров-проектировщиков автомобильных дорог:

- содержит обширный набор инструментов проектирования;
- позволяет вносить изменения в проект стандартными средствами операционной системы Microsoft Windows;
- поддерживает разработку больших по объему проектов;
- имеет продуманную структуру и потому проста в изучении и использовании;
- оформление чертежей и расчеты при проектировании дорог осуществляются в соответствии с выбранными стандартами;
- функции, предусмотренные для проектирования автомобильных дорог, могут с успехом использоваться при решении многих инженерных задач в других отраслях;
- сокращаются сроки проектирования и улучшается качество проектной документации.

ВЫВОД

Именно благодаря вышеописанным программам и их аналогам во многих дорожных проектных организациях начался процесс комплексной автоматизации работ и гораздо быстрее и проще стало выполнять многие задачи, сократились объемы работ, связанных с оформлением чертежей и многих графических задач.

Список литературы

1. <https://www.indorsoft.ru/products/cad/road/>
2. <http://www.softpard.ru/sapr-programmy/proektirovanie-dorog.html>
3. <http://www.csoft.ru/catalog/soft/plateia/plateia-2015.html>

ОСОБЕННОСТИ ПРОКЛАДКИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ЧЕРЕЗ АВТОМОБИЛЬНУЮ ДОРОГУ

Шумилин А.Е. – студент, Хребто А.О. – старший преподаватель

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

Инженерными сетями называют трубопроводы для подачи под давлением питьевой и технической воды, пара, воздуха, газа, нефти и различных промышленных продуктов, и материалов, отвода (самотеком) ливневых, бытовых и производственных стоков.

Рабочее давление зависит от вида и физических свойств транспортируемой среды, назначения трубопровода, интенсивности и дальности транспортирования и ряда других факторов. Различают трубопроводы высокого - более 0,3 МПа, среднего – от 0,005 до 0,3, МПа и низкого давления - до 0,005 МПа.

По характеру работы трубопроводы делят на магистральные (транзитные, сборные) и распределительные, а по месту укладки - на внешние и внутренние.

Трубопроводы состоят из отдельных элементов - труб, фасонных частей, компенсаторов и арматуры. Компенсаторы и арматуру устанавливают в специальных сетевых сооружениях - нишах, колодцах. Соединения (стыки) труб должны быть прочными, плотными и надежными.

При прокладке труб руководствуются технологической картой. В ней регламентируются правила и обустройства, определяются технологические дисциплины на стройке, качество, сроки и безопасность работ.

Порядок производства работ и виды прокладки труб.

Различают открытую(бестраншейную), скрытую(траншейную) и закрытую прокладку

труб.

Открытым способом трубы укладывают по существующим или специально возведенным строительным конструкциям (стенам, опорам, эстакадам или в проходных и полупроходных каналах, и галереях). Доступ для осмотра труб в процессе производства работ и эксплуатации свободен.

Скрытая прокладка — это укладка труб в траншеях и непроходных каналах (в грунте или в строительных конструкциях зданий: стенах, подполье и т. п.). Доступ к трубам возможен во время эксплуатации только после вскрытия соответствующих конструкций.

Основные бестраншейные методы:

- горизонтальное направленное бурение (ГНБ);
- прокол домкратом.

До начала производства работ по прокладке трубопровода через проезжую часть автодорог необходимо:

- произвести согласно проекту организации дорожного движения, деление проезжей части дороги на этапы укладки водопровода с установкой разделительных тумб и дорожных знаков;

- установить инвентарные здания и сооружения;
- установить информационные щиты с указанием сроков выполнения работ;
- установить сигнальное освещение;
- оградить участок производства работ;
- подготовить механизмы, инструмент, оборудование, инвентарь;
- обеспечить рабочих инструментами, приспособлениями и средствами индивидуальной защиты;

- определить места расположения подземных коммуникаций и закрепить их на местности соответствующими знаками или надписями, а при их пересечении произвести их защиту от механических повреждений и подвесить к жестким перемычкам.

Подготовительные работы по прокладке сети трубопровода через проезжую часть автодорог следует выполнять специализированными строительно-монтажными подразделениями.

Прокол домкратом

Бестраншейная прокладка труб методом прокола домкратом предусматривает следующий состав строительно-монтажных операций:

- разработка грунта рабочего котлована;
- доработка грунта и зачистка основания рабочего котлована вручную;
- крепление торцевых стенок котлованов и возведение упорной стенки с упорным пакетом;
- монтаж рамы под домкрат и направляющих для трубы;
- монтаж насосно-домкратной установки;
- подача трубы в котлован на направляющие и прокалывание трубой грунта домкратом;
- демонтаж насосно-домкратной установки, рамы под домкрат и направляющих для трубы.

Работы по строительству переходов начинают с геодезической разбивки места прокладки трубопровода, рабочего и приемного котлованов. После этого выполняют разработку грунта рабочего и приемного котлованов.

Размеры котлованов определяют в зависимости от грунтовых условий и габаритов строительного оборудования для бестраншейной прокладки, подбираемых для каждого конкретного случая индивидуально. Примерные размеры рабочих котлованов при различной глубине заложения трубы равны: по длине 10-12 м, по ширине 1,5-3 м.

При использовании труб длиной менее чем 8 м размеры котлована должны быть скорректированы.

В суглинках и глинах при возможном увлажнении их в результате дождей или снеготаяния крутизна откосов не должна превышать 1:1.

После разработки грунта котлованов производится доработка грунта вручную, подчищаются стенки и основание котлованов, разрабатывается грунт приямков. Грунт выбрасывается на бровку котлована.

После выполнения работ по креплению торцевых стенок котлованов производится устройство упорной стенки в составе следующих работ:

- углубление котлована для установки упорной стенки;
- заготовка элементов упорной стенки и опускание в котлован;
- устройство упорной стенки.

Монтаж оборудования для прокалывания грунта трубой производится в следующей технологической последовательности:

- выгрузка оборудования со средств перемещения;
- подготовка основания в котловане;
- установка опорной рамы для домкрата и направляющих для трубы;
- опускание домкрата и опорного пакета в котлован;
- установка гидронасоса и присоединение его к домкрату;
- опробование установки;
- укладка звена трубы на направляющие;
- установка нажимных устройств.

После полной готовности насосно-домкратной установки приступают к прокалыванию грунта трубой необходимого диаметра с использованием гидродомкрата. В состав работ входят следующие операции:

- прокалывание трубой или звеньями труб;
- обслуживание механизмов;
- отвод домкрата в исходное положение;
- наращивание нажимных устройств;
- очистка и подгонка кромок и поверхностей стыков звеньев труб;
- центрирование и поддержание при прихватке стыков;
- сварка стыков;
- изоляция стыков с приготовлением мастики и грунтовки.

После окончания работы по прокладке согласно проекту трубы приступают к демонтажу оборудования, включающему:

- отсоединение домкрата от насосной установки;
- подъем домкрата, рамы, опорного пакета и направляющих из котлована;
- погрузка оборудования на средства перемещения.

Разборка упорной стенки и торцевых креплений котлованов включает:

- разборку элементов креплений;
- подъем их на поверхность, складирование в штабель или погрузка на транспортные средства для перебазирования к новому месту работы.

Список литературы

1. Безопасность строительства и качество устройства наружных сетей водоснабжения и водоотведения lms.insstroy.ru
2. Технологическая карта <http://docs.cntd.ru/document/493740644>

Влияние транспортных средств на водную среду приводит к снижению ее продуктивности как среды обитания, делает невозможным ее использование человеком, кроме того, она становится непригодной для бытовых, сельскохозяйственных и промышленных процессов. Только в 2000 г. на территории России объем сброса загрязненных сточных вод с автомобильных дорог в водоемы составил 81 тыс. т взвешенных веществ, 3 тыс. т нефтепродуктов и более 350 тыс. т противогололедных материалов.

Наибольшую опасность при попадании сточных вод с покрытия автомобильных дорог на прилегающую территорию и в водоемы представляют нефтепродукты, в состав которых входят бензол, стирол, толуол, ксилол и др. Установлено, что 1 г нефти способен полностью погубить жизнь в 1 м³ воды. Поверхностные стоки, содержащие в своем составе нефтепродукты, способствуют образованию на поверхности водоема нефтяной пленки толщиной 0,4 - 1 мм и снижению количества растворенного кислорода, что действует губительным образом на жизнедеятельность водных организмов. Оседающие в водоеме тяжелые остатки нефтепродуктов, разлагаясь, загрязняют воду продуктами распада, а часть из них выносятся на поверхность в виде пузырьков газа, которые, лопаясь, образуют нефтяное пятно. [2]

При строительстве очистных сооружений и использовании особенностей прилегающей к автомобильной дороге территории особое внимание необходимо уделять сопряжению этих конструкций с системой дорожного поверхностного водоотвода. При выборе очистного сооружения необходимо руководствоваться требованиями экологии по степени очистки поверхностных стоков, учитывать надежность сооружения, степень его апробации, а также природно-климатические, гидрологические и грунтовые условия территории строительства. [1]

В настоящее время на территории России и зарубежных стран существуют следующие мероприятия по очистке стоков с поверхности автомобильных дорог и мостовых сооружений от загрязнения: механическая очистка, химическая очистка, физико- химические методы очистки, биохимические методы очистки и др.

Организация водоотвода с поверхности мостов

Для отвода ливневого стока с поверхности мостов в их конструкции предусматриваются продольные и поперечные уклоны.

Принимаемая величина продольных уклонов составляет от 5%, поперечных уклонов — от 15 до 20%. Если продольный уклон превышает 10%, то для расчета можно применить соотношение, где геометрическая сумма продольного и поперечного уклона составит 20%.

Существуют две схемы организации водоотвода с поверхности путепроводов и мостов:

-Если на мосту или путепроводе число полос для движения не больше шести, применяется схема водосбора, когда стоки собираются вдоль тротуаров, а затем выводятся в откосные лотки на подмостовых конусах или сбрасываются в дождевую канализацию.

-При большой ширине проезжей части используется принципиально другая схема. С поверхности моста вода отводится сквозь поперечные выпуски — водоотводные трубки и тротуарные блоки, и сбрасывается под мост. Иногда используются дождеприемные колодцы, вода из которых выводится на очистные сооружения или сбрасывается непосредственно в ливневую канализацию.

С поверхности дороги вода выводится через водоотводные трубки или через лотки (поперечные или продольные). [3]

Типы очистных сооружений, применяемых на автомобильных дорогах, представлены на рисунке 1.

Пруды-отстойники каскадного типа предназначены для очистки ливневых поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения и применяются на мостах автомобильных дорог, как высоких технических категорий, так и низких. На дорогах низких категорий большей частью применяются пруды-отстойники,

состоящие из 1 или 2-х каскадов. На дорогах высоких технических категорий следует проектировать каскад отстойников, состоящий из 4-х и более камер.

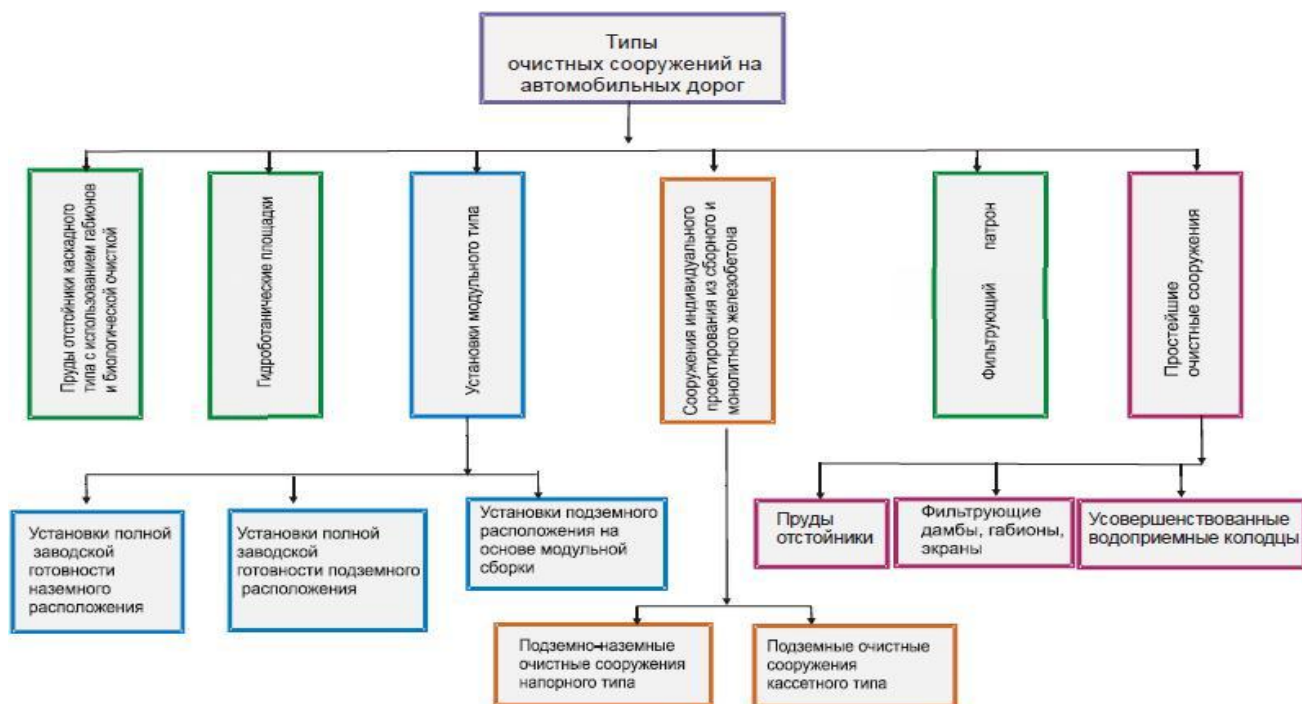


Рисунок 1 - Классификация очистных сооружений, применяемых на автомобильных дорогах

Очистные сооружения модульного типа сборные, подземного расположения предназначены для очистки ливнево-поверхностных сточных вод до норм рыбохозяйственного значения (рисунок 2). В зависимости от мест образования, производительности и требований к степени очистки, в технологических схемах очистки сточных вод используются комбинации отдельных очистных сооружений. Для очистки нефтесодержащих сточных вод характерны семь технологических схем.



Рисунок 2 - Ливневые очистные сооружения.

Очистные сооружения индивидуального проектирования применяются на мостовых сооружениях, где объемы загрязненных ливневых стоков составляют до 25 л/сек; ограничены площади, отводимые под строительство очистных сооружений; имеются необходимые мощности электрических сетей, а так же нет значительных перепадов в рельефе местности для организации прохождения очистки ливневых стоков самотеком. Очистные сооружения предназначены для очистки ливнево-поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Модульная станция глубокой очистки подземного расположения предназначена для очистки ливневых поверхностных сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения. Оборудование для установки подбирается на основании

анализов загрязнения ливнестоков и необходимой производительности по объему очистки. Производительность установок по очистке ливнестоков составляет от 2 до 50 м³/ч. При необходимости устанавливается дополнительно аккумулирующая емкость объемом до 50 м³.

Модульная станция глубокой очистки (МСО) используется для очистки поверхностных ливневых стоков до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения и может применяться на территориях, где затруднительно или экономически нецелесообразно строительство капитальных сооружений. Установка выпускается в контейнерном исполнении полной заводской готовности.

Очистные сооружения индивидуального проектирования кассетного типа применяются на мостовых сооружениях, где имеются небольшие объемы загрязненных ливневых стоков, и где концентрация загрязняющих веществ низкая, а также есть ограничение площади, отводимой под строительство очистных сооружений. Очистные сооружения предназначены для очистки поверхностных ливневых сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения.

Комбинированный фильтрующий патрон применяется для очистки поверхностных сточных вод с мостов до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения. Применение фильтрующего патрона осуществляется при невозможности размещения очистного сооружения за пределами конструкции моста, с учетом результатов проведения технико-экономического обоснования. Установка фильтрующего патрона осуществляется, как правило, на опорах моста с двух сторон. [5]

Несмотря на все положительные стороны применения рассмотренных очистных сооружений, размещение любого из них сопровождается негативным влиянием на окружающую среду в связи с тем, что конструкция часто располагается в водоохранной зоне или в непосредственной близости от нее. Поэтому при проектировании очистных сооружений необходимо предусматривать выполнение экологических требований к их строительству и эксплуатации. Кроме того, в ходе строительства, следует предусмотреть мероприятия, обеспечивающие выполнение экологических требований, в соответствии с действующим законодательством. К таким мерам относятся: охрана атмосферного воздуха; снижение загрязнения ливнестоков на строительной площадке; мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению отходов, образующихся во время строительства.

Список литературы

- 1 Ильина А.А. Экологические аспекты очистки поверхностных стоков с автомобильных дорог. - М., 2004. - (Сб. науч.-метод. работ по повышению уровня обоснованности проектов автомоб. дорог и сооружений на них / Союздорпроект; Вып. 7)
- 2 Глухов В. Экономические основы экологии. - С.-Пб.: Спец. лит., 1997.
- 3 Водоотвод с мостов, водоотводные трубы мостовых переходов [Электронный ресурс] <http://www.vo-da.ru/>
- 4 ОДМ 218.8.005-2014 Методические рекомендации по содержанию очистных сооружений на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] <http://docs.cntd.ru/document/456019378>
- 5 Альбом типовых очистных сооружений на мостах. [Электронный ресурс] <http://files.stroyinf.ru/>

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВСПЕНЕННОГО БИТУМА С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ GREEN PAC

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

В результате применения вспененных битумов при приготовлении асфальтобетонных смесей достигается значительный экономический эффект за счет сокращения расхода битума (до 10% от массы минерального материала), повышения производительности смесительного оборудования и снижения температуры нагрева смеси.

Вспененные битумы – это вязущее, в котором под воздействием специальных методов обработки образовано большое количество различных по размеру пузырьков, заполненных воздухом и водяным паром. Процесс вспенивания сопровождается резким увеличением суммарной величины поверхности раздела битум-газ. Так как любое увеличение поверхности приводит к росту свободной энергии системы, значит битум по мере вспенивания приобретает все большую свободную энергию, которая является фактором повышения его смачивающей и адгезионной способности. Величина поверхностной энергии, пропорциональная удельной поверхности, возрастает по мере увеличения степени вспенивания и дисперсности пены. Таким образом, чем больше степень вспенивания и выше дисперсность пены, тем больше и поверхностная энергия, которая может реализоваться в процессе смачивания минерального материала, адгезии вязущего и коаолиценции пузырьков пены.

Применение вспененных битумов вносит ряд изменений в технологическую схему приготовления асфальтобетонных смесей, касающихся процессов подготовки и подачи битума, обеспечивающих его введение в мешалку смесителя во вспененном состоянии.

Существуют несколько способов вспенивания битумов: вспенивание и распыление битума горячей водой или паром, получаемыми в парогенераторах или централизованно по системе теплоснабжения; вспенивание и распыление предварительно обводненного битума за счет увеличения давления при его нагревании до температуры выше 100°C в специальном герметичном подогревателе перед подачей в мешалку (в этом случае могут быть использованы и не обезвоженные битумы); вспенивание и распыление битума горячей водой и (или) паром, приготовление которых осуществляется параллельно с нагревом битума в битумоплавильне посредством пропуска воды по трубчатому теплообменнику.

Выбор технологического процесса подготовки, подачи к мешалке и введения в нее битума во вспененном состоянии в значительной степени зависит от способа вспенивания.[1]

Авторы рассматривали приготовление вспененного битума с помощью системы Green Pac.

Они отметили особенности механического вспенивания и особенности технологии:

- используется уже существующая рецептура смеси (не нужно разрабатывать новую);
- практически отсутствует удорожание смеси. Стоимость одного литра воды на тонну минимальна.

Материалы для дорожных покрытий по традиционной методике производятся посредством нагрева и высушивания минерального заполнителя перед смешиванием с битумом. Для обеспечения достаточного уплотнения смеси после укладки необходимо нагревать материал до высоких температур, обеспечивая температуру выпуска смеси не ниже 150 °С. Теплые асфальтобетоны не требуют сильного нагрева инертных материалов и позволяют снизить температуру выпуска, в частности, механическое вспенивание снижает ее на 20–30 °С (для обычных смесей она составляет 120–130 °С, для ЦМА – 140–150 °С). Как известно, легкие фракции нефти начинают очень активно уходить из битума при температуре примерно 139 °С, когда начинается активное окисление. Соответственно, при выпуске асфальтобетона ниже этого параметра процесс окисления можно сократить до минимума, а при производстве ЦМА (ниже 150 °С) – существенно его уменьшить. За счет сохранения легких фракций в битуме замедляется его старение и, как следствие, продлевается срок службы дорожного покрытия. По предварительным подсчетам, данный срок увеличивается как минимум на два года, что приводит к сокращению затрат на ремонт. Особенно это касается усталостных и низкотемпературных разрушений – они сокращаются в несколько раз.

Технология представляет собой механическое вспенивание битума при помощи установки Green Pac. Систему можно использовать для производства ТАБ, а также как средство для улучшения уплотнения при производстве горячих асфальтобетонов без разработки новой рецептуры смеси. Расчет зернового состава остается таким же, как и для горячих АБС, которые производятся при более высоких температурах без добавления воды. Следует отметить, что вспенивание битума для производства ТАБ отличается от известной технологии вспенивания для холодного ресайклинга, при котором для качественного перемешивания необходимо увеличить объем битума, в результате чего фактически получается битумная пена. Для производства же асфальта вязкость битума понижается за счет многочисленных микроскопических пузырьков с небольшим увеличением объема, что является очень существенным нюансом. Многие производители таких систем скопировали систему вспенивания для холодного ресайклинга и получили негативный результат, в том числе в виде практически растекающегося на месте укладки асфальта. Astec же, разработав в 2006 году свою систему с нуля, на текущий момент представляет на рынке третье поколение системы Green Pak™, которое на 100 % гарантирует заявленный результат.[2]

В специальном коллекторе в результате смешивания воды с битумом образуется пена. Впрыск воды выполняется через специальные форсунки и сопровождается образованием микроскопических пузырей пара, за счет чего увеличивается объем битумной пленки и уменьшается вязкость. Каждая форсунка установки способна производить достаточное количество смеси битумного вяжущего с водой (пены) для нормы выработки готовой АБС 50 т/ч.

Таким образом, 10 форсунок установки Astec Multi Nozzle Device могут производить пену для нормы выработки более 500 т/ч готовой АБС. В зависимости от нормы выработки готовой продукции, система компьютерного контроля открывает или закрывает необходимое количество электромагнитных клапанов. В результате каждый клапанный блок и форсунка работают с ограниченным потоком битума при ограниченном обратном давлении, что обеспечивает постоянное количество получаемой пены.

Кроме десяти основных клапанных блоков, есть еще и 11-й, дополнительный, клапан, расположенный в коллекторе для извлечения проб битума. Вода поступает в систему при помощи водяного насоса, скорость работы которого настроена в соответствии со скоростью насоса, закачивающего жидкий битум, для того чтобы в блоки форсунка – клапан поступало строго необходимое количество воды. Водяные электромагнитные клапаны контролируются индивидуально, поэтому водяной поток в каждой форсунке находится под контролем и водяные клапаны открываются одновременно с открытием клапанов, подающих горячий битум. Программируемый логический контроллер обеспечивает согласованную работу всех клапанов в зависимости от уменьшения или увеличения нормы выработки АБС. Вода поступает в систему из резервуара объемом свыше 2 тыс. л, что обеспечивает выпуск более 2 тыс. т без дозаправки при расходе 1 л воды на тонну смеси. Автоматический впускной клапан обеспечивает необходимый уровень воды в резервуаре. Кроме того, программируемый логический контроллер позволяет проверить давление воды в каждой форсунке в том случае, если какая-либо из них окажется засоренной.

Список литературы

1. Вспененный битум в дорожном строительстве [интернет ресурс] - <https://bitumen.globecore.ru/foam-bitumen/>
2. Особенности технологии механического вспенивания при помощи установки Green Pac [интернет ресурс] - <http://dorogniki.com/novosti/osobennosti-texnologii-mexanicheskogo-vspenivaniya-pri-pomoshhi-ustanovki-green-pac/>

ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГРУНТА ВВЕДЕННОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ

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

В данной статье приведены результаты испытания местных грунтов, укрепленных комплексной добавкой. Применяемая добавка способствует улучшению прочностных показателей, повышению водо- и морозостойчивости.

В последние годы в строительстве дорожных покрытий актуальным становится применение укрепленных грунтов. Это значительно удешевляет и сокращает продолжительность строительства.

Для повышения морозостойкости и прочности, а также устранения процессов деструкции зологрунтов, вводилась предложенная авторами комплексная добавка (КОМД). Эта добавка, как показали экспериментальные исследования, способствует преобразованию коллоидно-химической природы грунта и создает оптимальные условия для формирования прочной и морозостойкой структуры, обеспечивает повышенную гидрофобность и деформативность зологрунта, понижает его влагоемкость. Наилучшие физико-механические показатели модифицированных зологрунтов, соответствовали I классу прочности.[1]

Влияние разработанной комплексной добавки рассматривалось на смеси пылеватых грунтов (песка, супеси) и золы с различным содержанием свободного оксида кальция ($\text{CaO}_{\text{св}}$), в том числе трудногидратируемого ($\text{CaO}_{\text{тр}}$).

Введение добавки КОМД позволило значительно повысить не только прочностные показатели зологрунта (рисунок 1), а также морозостойкость и водостойкость (рисунок 2). При этом морозостойкость возрастает в 1,25 раза, а водостойкость 1,6 раз. [2]

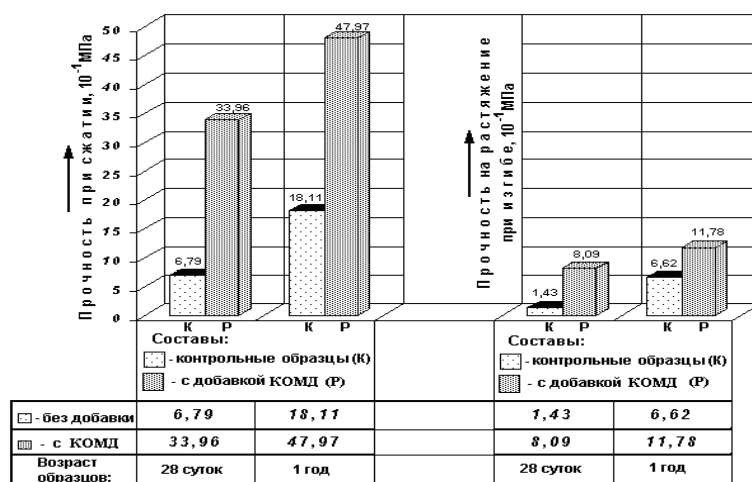


Рисунок 1 – Влияние добавки КОМД на прочностные показатели укрепленного грунта (20 % золы от массы грунта)

Модификация зологрунтов за счет применения комплексной органоминеральной добавки расширяет диапазон использования зол по содержанию свободного оксида кальция ($\text{CaO}_{\text{св}}$) до 8,5 % по сравнению с составами без добавки. При этом увеличивается долговечность зологрунтов с учетом изменения прочности через 360 дней, а также повышения морозостойкости и водостойкости. Увеличение диапазона использования высококальциевых зол по содержанию свободного оксида кальция обусловлено наличием в применяемой добавке ускорителя гидратации как свободного оксида кальция, так и трудногидратируемого.

Анализ результатов испытания серии зологрунтов на песчаном грунте, выполнен с учетом показателей прочности на сжатие и растяжение при изгибе, а также коэффициента деструкции, водостойкости и морозостойкости позволил выявить влияние дозировки золы на свойства данного зологрунта.

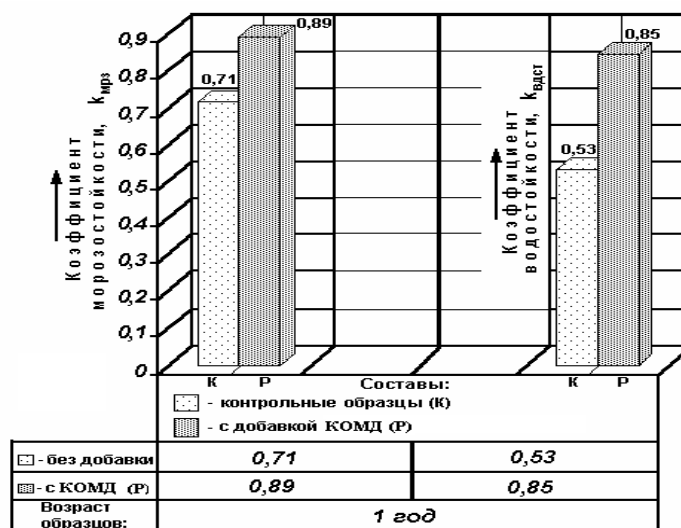


Рисунок 2 – Влияние добавки КОМД на показатели водо- и морозостойкости укрепленного грунта

С увеличением содержания золы в зологрунте водостойкость снижается, в то время как прочностные показатели (прочность при сжатии, прочность на растяжении при изгибе) возрастают, поэтому с учетом стойкости структуры к атмосферным воздействиям, повышение дозировки золы сверх оптимальных значений нерационально.

Увеличение дозировки золы не дает существенного улучшения показателей деструкции, то осуществляем выбор дозировки золы с минимальным учетом технико-экономических показателей, т.е. стоимости золы и транспортных расходов. При установлении оптимального содержания золы учитывалось наличие в ней трудногидратируемого оксида кальция, который вызывает процессы деструкции при твердении образцов.

В результате проведенных исследований установлено, что введение комплексной добавки расширяет диапазон использования зол с различным содержанием $\text{CaO}_{\text{тр}}$, а именно, если для контрольных составов без комплексной добавки предельное содержание в золах $\text{CaO}_{\text{тр}}$ должно быть до 1 %, то при использовании рекомендуемой добавки можно применять для укрепления грунтов золы с содержанием $\text{CaO}_{\text{тр}}$ до 2%. Проведенные исследования позволяют рекомендовать разработанную добавку для укрепления широко распространенных в условиях Западной Сибири пылевидных грунтов, при этом укрепленные грунты характеризуются повышенными физико-механическими показателями, высокой водо- и морозостойкостью.

Список литературы

1. Меренцова Г.С., Хребто А.О. Использование местных материалов и отходов промышленности для укрепления грунтов Западной Сибири. «Ползуновский альманах» № 3 2001 г., г.Барнаул, АлтГТУ, стр. 270-272
2. Меренцова Г.С., Хребто А.О. Использование местных материалов и отходов промышленности для укрепления грунтов Западной Сибири. «Ползуновский альманах» № 3 2001 г., г.Барнаул, АлтГТУ, стр. 270-272

ВЛИЯНИЕ ВЯЖУЩИХ ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

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

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

Строительство автомобильных дорог в настоящее время имеет огромное значение в развитии народного хозяйства. Одной из проблем для Алтайского края является дефицит и

стоимость доставки прочных каменных материалов, что создает некоторое затруднение при строительстве автомобильных дорог.

В современных условиях при укреплении грунтов из минеральных вяжущих материалов в основном используется портландцемент, золы уноса, золошлаковые смеси. Часто цементация сочетается с обработкой грунтов известью, силикатом натрия, жженой магнезией, строительным гипсом, а также другими водосвязывающими и нейтрализующими материалами. [1]

Отсутствие каменных материалов в ряде регионов обуславливает необходимость использования местных укрепленных грунтов. Установлены рациональные пути укрепления песчаных и суглинистых грунтов, включающих укрепление их органическими, неорганическими и органоминеральными вяжущими. В каждом конкретном случае оптимальный состав определяется комплексом, учитывающим как процессы структурообразования при их твердении, так и физико-механические свойства. При этом целесообразно установить оптимальную дозу органических добавок, снижающих трещинообразование укрепленных грунтов. Даже появление микротрещин чревато дальнейшим разрушением структуры в эксплуатации в связи с воздействием знакопеременных динамических нагрузок, влиянием перепадов температур, осадков, повышенной влажности.

Конструирование дорожных одежд из укрепленных грунтов осуществлялось комплексно с учетом категории дороги, типа покрытия, гидрологических и климатических условий работы дороги. При использовании укрепленных грунтов в конструктивных слоях дорожных одежд учитывалось правильное местоположение слоя укрепленного грунта в зависимости от его назначения и структурно-механические свойства.

Тип цементогрунта, получаемого смешиванием цемента с грунтом и водой, определяющий деформационные и прочностные свойства материала, зависит от количества цемента и вида исходного грунта. Для каждого типа цементогрунта установлены граничные значения количества цемента. [2]

Для цементогрунтов III типа на основе песков, супесей и легких суглинков верхний предел прочности ограничен по условию недопущения интенсивного трещинообразования при усадке. Для цементогрунтов на основе связных грунтов ограничение верхнего предела не установлено, так как избыточное количество цемента в таких грунтах не ведет к росту деформации усадки. Опытные участки дорог, построенные с основаниями из цементогрунтов на основе связных грунтов II и III типов, показали более высокую устойчивость к трещинообразованию, что было заметно по меньшему количеству трещин на асфальтобетонном покрытии толщиной 7-10 см по сравнению с аналогичными участками с цементогрунтом на основе песка I класса прочности.

С ростом связности грунта увеличивается и деформативная способность цементогрунта.

По условиям морозостойкости нижний предел расхода цемента для укрепления материала верхних слоев оснований составляет для мелких песков и супеси пылеватой более 8%, для песков и супесей пылеватых и суглинков легких 8-10%, для супесей и суглинков тяжелых и пылеватых, а также для глин – более 12%. Если цементогрунт применяется в нижних слоях оснований дорожных одежд, количество цемента может быть уменьшено на 25-30%.

Расход цемента из условий морозоустойчивости материала зависит от склонности к морозному пучению исходного грунта – чем более морозоопасен исходный грунт, тем большее количество вяжущего требуется для его укрепления.

Таким образом, выявление характера структурных связей в цементогрунтах и определение граничных значений количества цемента для каждого структурного типа цементогрунта позволили установить требования к прочности этого материала с наибольшим использованием его прочностных и деформативных свойств, а также к сопротивляемости морозным воздействиям.

Список литературы

1. Меренцова Г.С., Хребто А.О., Нармушкина О.Н. Укрепление грунтов отходами промышленности Алтайского края. Юбилейная 60-я научно-техническая конференции студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава, посвященная 60-летию АлтГТУ. Часть 1. Строительно-технологический факультет. / Алт.гос.техн.ун-т им.И.И.Ползунова. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. –76с. стр. 19.
2. Ю.М. Васильев, В.П. Агафонцева, В.С. Исаев и др. – Дорожные одежды с основаниями из укрепленных материалов / М.; Транспорт, 1989. 191с. – 38-44с

СТРОИТЕЛЬСТВО ТРУБОПРОВОДА В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА

Иванищева Д.- студент, Хребто А.О.- старший преподаватель

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

Современная улица – это сложное инженерное сооружение, состоящее из подземного и надземного оборудования. Обязательным элементом оборудования являются устройства подземных инженерных сетей, состоящих из трех основных групп: трубопроводы, кабельные сети и тоннели. Часть трубопроводов предназначена для отвода поверхностных и грунтовых вод, которые в городах называют дождевой канализацией, или водостоками.

Устройство городских водостоков создает благоприятные условия для эксплуатации улиц, так как обеспечивает бесперебойное и безопасное движение транспорта и пешеходов, увеличивает срок службы дорожных одежд и подземных сооружений. Именно поэтому необходимо знать и использовать методики строительства водостоков в стесненных условиях городского строительства.

Горизонтально направленное бурение — это технология для прокладки кабелей, труб и прочих коммуникаций под поверхностью земли, без необходимости прибегать к траншейному способу. Этапы строительства подземных коммуникаций по технологии ГНБ схематично представлены на рисунке 1.

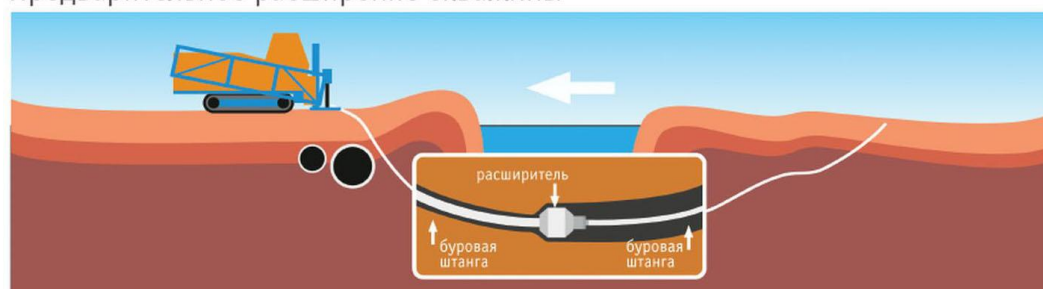
Технология направленного бурения ГНБ в своем роде уникальна тем, что можно управлять процессом, при необходимости имеется возможность поменять направление прокладываемых узлов в профиле и плане, огибая разные препятствия. К неоспоримым плюсам ГНБ относятся высокая производительность работ, возможность проводить работу, не нарушая движения транспорта и пешеходов, сохранение ландшафта в первозданном виде, высокая точность и относительно низкая затратность производства. К относительным минусам можно отнести то, что объем установок занимает довольно большое пространство, и необходимость порой выкапывать стартовые и приемные котлованы. Но любой минус ГНБ с легкостью компенсируется всеми ее достоинствами.

Длина прокладываемых труб при строительстве данным методом варьируется от 25 до 1000 метров и выше, в зависимости от тягового усилия и крутящего момента буровой установки. Диаметр труб от 63 до 1200мм. Материал труб - ПНД, сталь, чугун.

Бурение пилотной скважины



Предварительное расширение скважины



Протягивание трубопровода



Рисунок 1- Этапы строительства по технологии НГБ

Горизонтально направленное бурение по заданной траектории возможно благодаря системе локации. Траектория бурения ограничена углом забуривания и радиусом изгиба штанг.

Оборудование и установки ГНБ в современном мире весьма разнообразны, к наиболее распространенным производителям относятся Vermeer, Ditch Witch, Tracto-Technik, Robbins, American Augers, Herrenknecht AG, Prime Drilling.

Метод управляемого прокола так же является подвидом **горизонтального бурения** и идеально подходит в тех случаях, когда нужно проложить трубу небольшого диаметра (до 315мм) в стесненных условиях. Этим методом прокладываются полиэтиленовые и стальные трубы, футляры для газового и водяного снабжения, канализации, телефонные и силовые кабели. Данный вид работы реализуют и в больших городах, и в гораздо более мелких населенных пунктах, а также при работах под железными и автодорогами.

Управляемый прокол производится прокалывающей установкой Ditch Witch P80.

Установка направленного прокола работает без применения бентонитового раствора. Стенки скважины держатся благодаря уплотненному слою грунта. Установка может быть использована не только в летний, но и зимний период.

Основными характеристиками установки управляемого прокола являются её легкость и простота транспортировки, компактность, мощность, контроль направления и повышенная электробезопасность.

Следующим подвидом горизонтального бурения является бурошнековое бурение – это бестраншейная технология прокладки труб с помощью гидравлической домкратной установки, которая оборудована вращающимся режущим инструментом, запускаемым из рабочего котлована с удалением разработанного грунта шнековым механизмом. Буровая

шнековая установка позволяет выполнять прокладку стальных футляров, бетонных и полиэтиленовых труб. Их диаметр от 100 до 1720 мм на длину до 100 м в зависимости от типа грунта.

Для того чтобы реализовать прокладку коммуникаций, необходимо два котлована: стартовый и приемный, глубина которых ниже глубины прокладки трубы на 0,5-1,0 метра. В стартовом котловане монтируется мощная домкратная станция, на которую помещаются буровой механизм с трубами продавливания.

Благодаря специальной лазерной системе управления технология бурошнекового горизонтального бурения позволяет прокладывать трубы с заданным уклоном с высокой степенью точности, что особенно важно при строительстве сетей самотечной канализации.

Рассмотрим последний метод- метод продавливания стального футляра, который заключается в том, что труба вдавливается в грунт открытым концом, а грунт, попадающий внутрь по ходу ее продвижения, разрабатывают и удаляют либо вручную, либо средствами гидромеханизации.

Метод продавливания стального футляра используется в том случае, когда прокладывают трубы больших диаметров (от 800 до 1400 мм) и на расстояние до 80 м.

У этого метода горизонтального бурения есть ряд преимуществ: относительно низкая стоимость работ, отсутствие необходимости в дорогостоящем оборудовании, не требуется большого количества персонала. Контроль за работой и корректировка направления движения осуществляется человеком, который находится в котловане. Оттуда он может следить, чтобы не произошло повреждение коммуникаций, которые по различным причинам могли быть не учтены во время проектирования.

Теперь рассмотрим материалы труб, которые чаще используются при строительстве трубопроводов:

Медные трубы- имеют максимальную долговечность, что и объясняет их частую применяемость. Они отличаются повышенной стойкостью к коррозионным процессам и перепадам температур. Относительно дешевы при установке, но одноразовы – при возникновении проблем проблемный участок вырезают и собирают заново всю конструкцию.

Металлопластиковые трубы- изготовлены по трехслойной технологии – за основу взяли тонкую металлическую трубу, с обеих поверхностных сторон покрыли пластиковым слоем. Особую популярность в последнее время приобрели такие трубы из-за предельной гибкости, быстрого монтажа и абсолютной индифферентности к процессам коррозии. Минусы: высокая цена на применяемые фитинги, уязвимость по отношению к гидроударам, постоянный контроль герметичности системы водоснабжения.

Полипропиленовые трубы- по сути, являются пластиковыми, в зависимости от марок применяемого полипропилена делятся на классические и фольгированные (используются преимущественно для подачи горячей воды). Эти трубы относительно дешевы по стоимости, имеют полувековой срок гарантии, их можно заделать под штукатурку. Но при допущении брака придется переустанавливать целую конструкцию или ее элемент.

Подытожив все вышеизложенное делаем вывод, что в современном мире, где привычному строительству важнейших элементов инженерного оборудования препятствует движение транспорта и пешеходов, отдельные сооружения и многие другие элементы города, необходимо использовать новые методы. В данной работе мы рассмотрели способы прокладки инженерных систем в стесненных, но столь актуальных условиях; выявили плюсы и минусы труб из различных материалов, и все это для того, чтобы увеличить качество работ и сократить время строительства.

Список литературы

1. Городское водоснабжение [Электронный ресурс]// resant. - Режим доступа: <https://resant.ru/vodosnabzhenie-doma.html>. - Загл. с экрана.

2. Виды водостоков- особенности материалов и установки [Электронный ресурс] // stylekrov. - Режим доступа: <http://stylekrov.ru/vidy-vodostokov-osobennosti-materialov-i-ustanovki.html>. - Загл. с экрана.
3. Горизонтальное бурение [Электронный ресурс] // dvn-stroy. - Режим доступа: <http://dvn-stroy.ru/services/gorizontalnoe-burenie>. - Загл. с экрана.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Галь В.В. - студент, Хребто А.О. - старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (г. Барнаул)

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

Больше половины автомобильных дорог в России по словам представителей дорожной отрасли не соответствует по качеству существующим нормам. Затраты на их строительство постоянно растут, но дороги в России по-прежнему стареют раньше, чем их успевают строить и ремонтировать. Это обусловлено тем, что конструкция дорог постоянно подвергается разрушающему воздействию интенсивного движения транспортных средств, атмосферных осадков и перепадов температур.

Существенно снизить темпы разрушения позволяют новые технологии и материалы, которые уже давно доказали свою эффективность в западных странах. Одним из таких материалов является геотекстиль.

Геотекстиль – это относительно прочное и водопроницаемое полотно, которое изготавливается из синтетического сырья, например, из базальтового или стекловолокна, полиэфирных или полипропиленовых нитей, или других полимерных материалов. В зависимости от исходного сырья геотекстильное полотно изготавливают способом иглопробивания, склеиванием, сплавлением или плетением одной непрерывной нити [1].

А в зависимости от технологии его производства геотекстиль классифицируют на **тканый и нетканый** (приведены на рисунках 1, 2).



Рисунок 1 - Тканый геотекстиль



Рисунок 2 - Нетканый геотекстиль

Применение геотекстиля в дорожном строительстве в нашей стране началось не так давно, чтобы описать его функциональное назначение рассмотрим примерную конструкцию автомобильной дороги. Итак, первым, если считать снизу, идет грунт земляного полотна, затем дополнительный слой основания из песка, слой основания из щебня и асфальтобетонное покрытие. При воздействии колес автотранспорта нагрузки передаются на все слои подушки. Щебень продавливают песок и уходит в нижние слои. Песок смешивается с щебнем и грунтом, возникают пустоты, деформирующие само полотно. Как следствие первой появляется колея. Затем провалы, приводящие к разрушению асфальта, что в свою очередь приводит к появлению ям.

Применение геотекстиля позволяет избежать этих процессов. Возьмем нижний слой

дорожной конструкции. Для того чтобы песок дополнительного слоя основания и грунт земляного полотна не смешивались друг с другом укладывается разделительная прослойка в виде геотекстиля (рис. 3). Его плотная, но гибкая структура препятствует не только смешению слоев, но и способствует быстрому выводу влаги из нижних слоев. В свою очередь между слоем песка и щебня также нужна прочная прослойка, например, из полимерной георешетки, которая работает по принципу заклинивания и фиксации природного заполнителя (щебня). Она разделяет инертные слои и армирует дорожное полотно, превращая его в монолитную плиту. Это позволяет выдерживать дороге высокие нагрузки за счет равномерного распределения давления от транспортных средств.



Рисунок 3 - Разделение слоев песка и щебня при помощи геотекстиля

Цены на геотекстиль варьируются главным образом в зависимости от его плотности и производителя. Так для геотекстиля плотностью 350 г/м^2 , который применяется для строительства автомобильных дорог федерального значения, на сегодняшний день характерны следующие цены: отечественные производители "Вторком", "ТехноПласт", "ПОШ-Химволокно" и другие предлагают широкий ассортимент материала от 35 до 45 рублей за квадратный метр.

Применение геотекстиля в дорожном строительстве позволяет добиться следующих эффектов:

- грунт под асфальтобетонным покрытием защищается от размыва дождевыми или талыми водами, а также грунтовой влагой;
- разделение слоев дорожного полотна геотекстилем позволяет исключить возможные негативные реакции между этими слоями;
- дренажная система дороги защищена от засорения грунтом, потому что он отфильтровывается геополотном;
- упрощается выполнение расширения дороги, создания зон для парковки и т.п.;
- уменьшается расход насыпных материалов – щебня и песка;
- под дорожным полотном образуется устойчивый армированный слой, который будет препятствовать вдавливанию щебня в грунт и просадке асфальта [2].

Преимущества использования геотекстиля:

- экологически безопасен, т.к. не подвержен гниению и распаду в живой среде, при использовании не выделяет вредных веществ;
- благодаря высокой прочности создает отличное основание под разные цели использования;
- удобен в работе, т.к. продается и доставляется в рулонах, а при настиле легко режется практически любым режущим инструментом;
- доступен по цене, поэтому может использоваться в больших объемах без особого вреда для бюджета [2].

Список литературы:

1. http://dompodrobno.ru/geotekstily_chno_eto_takoe/
2. <http://cassuspro.ru/primenenie-geotekstilya-v-dorozhnom-stroitelstve-v-sadovodstve-i-na-dache.html>

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕМОНТЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ

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

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

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

Важнейшей проблемой бетонных и железобетонных конструкций является то, что в процесс эксплуатации наблюдается образования сколов, трещин, разрушение поверхностей, оголение армирующих элементов под действием нагрузки. Если эти дефекты не устранять, то бетонные, железобетонные конструкции и изделия начинают терять свои прочностные качества и несущую способность. Поэтому при ремонте необходимо обеспечить такой состав смеси, чтобы повысить качество проведенных работ по ремонту и увеличить сроки между ремонтами.

Рассматриваемые бетонные смеси "MasterEmaco" представляют собой высокопрочную безусадочную сухую смесь тиксотропного типа, содержащая полимерную фибру, предназначенная для конструкционного ремонта бетонных и железобетонных конструкций.

MasterEmaco - готовый к применению материал в виде сухой смеси на основе портландцемента, в состав которой входят оптимально подобранные кварцевые пески, полимерная фибра и специальные добавки, которые снижают тенденцию к образованию трещин. При затворении MasterEmaco водой образуется тиксотропный мелкозернистый бетонный раствор, который обладает высокой прочностью при затвердевании, а также обладающий высокой адгезией к бетону. [1]

Материал MasterEmaco предназначен для конструкционного ремонта бетонных сооружений, таких как:

- несущие строительные конструкции любого типа; промышленные сооружения;
- сооружения морского и речного транспорта;
- мостовые конструкции;
- ремонт неактивных трещин с раскрытием до 1 мм;
- выравнивание бетонных поверхностей при текущем ремонте и при новом строительстве;
- защита бетона от агрессивных вод, содержащих сульфаты, сульфиды, хлориды и т.п.
- ремонт армированных или преднапряженных балок;
- ремонт поврежденных и разрушенных элементов бетонных и железобетонных конструкций;
- ремонт элементов несущих конструкций, опор мостов и т.п., подверженных повторяющимся нагрузкам;

Смесь можно наносить ручным или механизированным способом. [2]

MasterEmaco является прочным, стойким к агрессивным воздействиям материалом, предназначенным для чистовой отделки, восстановления и придания защитных свойств бетонным поверхностям.[3]

Одним из основных преимуществ использования данных материалов является сокращение сроков ремонта бетонных и железобетонных конструкций. Благодаря быстрому набору прочности, отсутствию усадки в процессе твердения и высокой прочности сцепления со старым бетоном, применение материалов для цементации позволяет произвести монтаж

при минимальных временных затратах, что значительно снижает расходы по сравнению с «традиционными» методами.[2]

Поэтому применение бетонные смеси "MasterEmaco" позволяет восстановить повреждения в бетонных и железобетонных конструкциях применяемых в мостовом строительстве продлевая срок эксплуатации при соотношении качества продукта и денежных затратах на ремонт инженерного сооружения.

При ремонте мостовых сооружений рассматривается процесс ремонта бетонной поверхности существующих мостовых балок, сколов бетонной поверхности промежуточных и береговых опор бетонными смесями "MasterEmaco S5400" и "MasterEmaco N900". Устройство сливов на насадках из бетонной смеси "MasterEmaco S488".

Бетонная смесь "MasterEmaco S5400" предназначенная для конструкционного ремонта бетонных и железобетонных конструкций. Имеет следующие характеристики таблица 1. [3]

Таблица 1-Технические характеристики "MasterEmaco S5400"

Показатель	Значение
Толщина наносимого слоя, минимальная максимальная	5 мм 50 мм
Плотность затворенной смеси	Примерно 2200 кг/м ³
Температура применения (основания и внешняя среда)	от +5 °С до +30 °С
Прочность на сжатие - через 1 сутки - через 28 суток	> 18 МПа > 60 МПа
Модуль упругости (28 суток)	> 20.000 МПа
Марка по морозостойкости	>F400
Марка по водонепроницаемости	>W16
Прочность сцепления с бетоном через 24 часа, не менее	> 2 МПа

"MasterEmaco N900" - предназначенная для чистовой (финишной) отделки бетонных поверхностей. Имеет следующие характеристики таблица 2. [2]

Таблица 2-Технические характеристики "MasterEmaco N900".

Наименование показателя	Показатель
Подвижность растворной смеси по расплыву конуса, мм	180-200
Сохраняемость подвижности, мин.	Не менее 30
Определение линейного расширения - усадки, %, не более	0,05
Прочность на сжатие, МПа, не менее: Через 24 часа Через 28 суток	10 40
Прочность сцепления с бетоном, МПа, не менее	1,5
Марка по морозостойкости, для всех видов бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных, эксплуатирующихся в минерализованной среде, не менее	F ₁₃₀₀
Марка по водонепроницаемости, не менее	W12
Коэффициент сульфатостойкости (365 дней), %	Не менее 0,9

"MasterEmaco S488" предназначена для конструкционного ремонта бетона и железобетона подверженных повторяющимся нагрузкам и агрессивным воздействиям среды. Имеет следующие характеристики таблица 3[1]

Таблица 3-Технические характеристики "MasterEmaco S 488".

Показатель	Значение
Удобоукладываемость (расплыв конуса)	180 – 200 мм
Прочность на растяжение при изгибе через 24 часа через 28 суток	не менее 5 МПа не менее 8 МПа
Прочность на сжатие - через 1 сутки - через 28 суток	не менее 28 МПа не менее 60 МПа
Прочность сцепления с бетоном через 28 суток	не менее 2,5 МПа
Морозостойкость в солях	не менее 400 циклов
Модуль упругости	25000 МПа
Водонепроницаемость, марка	не менее W16

Список литературы

- 1.[https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Russian%20\(Cental%20Asia\)/basf-masteremaco-S-5400-tds.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Russian%20(Cental%20Asia)/basf-masteremaco-S-5400-tds.pdf)
- 2.[https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Russian%20\(Russia\)/basf-masteremaco-N-900-tds.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Russian%20(Russia)/basf-masteremaco-N-900-tds.pdf)
3. http://direkt59.ru/upload/Emaco/MasterEmaco/masteremaco_s_488-emaco_s88c.pdf

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ПОТЕРЯЕВКА – НОВНИКОЛАЕВКА - САРАТОВКА С МОСТОМ ЧЕРЕЗ РУЧЕЙ БЕЗ НАЗВАНИЯ В РУБЦОВСКОМ РАЙОНЕ

Болишин В.В. – студент, Пучкин В.А. – старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова (г. Барнаул)

Мостовые сооружения являются сложными инженерными объектами, надежность и долговечность эксплуатации которых зависит от правильного их конструирования и подбора материалов, применяемых при строительстве.

Объект реконструкции расположен на землях Саратовского сельсовета Рубцовского района Алтайского края.

Автомобильная дорога Потеряевка – Новониколаевка – Саратовка с мостом через ручей без названия обеспечивает связь населенных пунктов Рубцовского района с другими районами Алтайского края, а так же связывает по кратчайшему расстоянию населенные пункты Саратовка, Вишневка, VI Конгресс Коминтерна, Новониколаевка, Романовка, Потеряевка.

Основное направление экономики района – сельское хозяйство: производство зерна, технических культур, овощей, хорошо развито овцеводство. На территории района находятся мехлесхоз, завод железобетонных изделий, автотранспортные и бытовые предприятия; осуществляется добыча строительных материалов, полиметаллических руд. Наиболее крупными промышленными предприятиями являются ОАО «Сибирь-Полиметаллы, ГУП ДХ АК «Веселоярский щебзавод», ООО «Коралл».

До реконструкции мостового перехода жители прилегающих населенных пунктов пользовались мостом с дощатой проезжей частью, построенным в 1980 году.

Пролетное строение моста было выполнено из 10 металлических двутавровых балок №30, объединенных между собой поперечными связями из двутавров. Проезжая часть моста - двойной дощатый настил, уложенный по деревянным поперечинам. В процессе эксплуатации проезжая часть была перекрыта органо-минеральной смесью. Опоры моста массивные железобетонные на естественном основании, находятся в аварийном состоянии (опора №2 просела - угроза обрушения пролетного строения), что в свою очередь стало причиной реконструкции мостового перехода.

С учетом развития экономики Алтайского края, определены объемы грузовых перевозок, осуществляемых по участку реконструируемой автомобильной дороги.

Годовой темп роста грузоперевозок с 2015 по 2026 год – **2,8%**, с 2026 по 2036 год – **2,3%**.

По реконструируемой автомобильной дороге следуют межрайонные и внутрирайонные транспортные связи. Наибольший удельный вес составляют внутрирайонные связи, это связи села Саратовка с районным центром и другими населенными пунктами района.

При реконструкции мостового перехода полностью меняются конструктивные элементы, схема моста, а также строительные материалы.

По проекту реконструкции используется рулонная битумно-полимерная наплавляемая гидроизоляция, которая в свою очередь имеет ряд недостатков:

- горючесть, так как в основном материал состоит из битума и полиэстера, рулонная гидроизоляция легко воспламеняема и чрезвычайно горюча. При горении выделяет ядовитые газы и сильную копоть;

- при монтаже используется открытый огонь, что увеличивает риск возгорания;

- ремонтная непригодность. Место протечки на рулонной кровле найти практически невозможно. Причиной может служить досрочный выход из строя шва или некачественный монтаж;

- огромное количество швов;

- невозможность обработки поверхности сложной геометрической формы;

- низкая скорость работы;

Исходя из этого, при реконструкции мостового перехода рациональным является применение напыляемой гидроизоляции, которая в свою очередь дороже рулонной, но имеет ряд преимуществ:

- бесшовность – равномерность нанесения в виде однородной мембраны;

- технологичность – нанесение на поверхность любой геометрической формы и конфигурации;

- безопасность – нетоксичен, наносится без нагрева, экологически безвреден.

- долговечность – долговечность антикоррозийной мембраны более 15 лет.

- высокая скорость производства работ;

- ремонтпригодность. Поврежденное место легко идентифицировать;

- заполнение пор и микротрещин;

Таким образом, применение напыляемой гидроизоляции при реконструкции мостового перехода в Рубцовском районе Алтайского края является эффективным решением. Удорожание ведет к улучшению эксплуатационных свойств и увеличению межремонтных сроков.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДОБАВОК, УЛУЧШАЮЩИХ СВОЙСТВА ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

Ежов Р.И – студент, Медведев Н.В. – ассистент

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

Дорожная разметка проезжей части стала необходимым и привычным элементом дизайна автомобильных дорог.

Являясь важным средством организации, упорядочения движения транспортных потоков, она позволяет без больших финансовых затрат увеличить скорость движения

автомобилей и пропускную способность дороги. Качественная разметка дорог помогает также более чем на 20 % уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Такие важные материалы, как краски для дорожной разметки, играют очень важную роль в обеспечении процесса дорожного строительства и ремонта.

С точки зрения человека, сидящего за рулем автомобиля, самое главное свойство разметки — ее хорошая видимость и при ярком свете, и темной ночью, и под проливным дождем, и в пасмурную погоду, и при свете солнца, и при свете фар. Благодаря этому ее свойству удастся сократить количество дорожно-транспортных происшествий в ночное время на 30 %.

Хорошая видимость достигается использованием в разметке дорог таких современных ЛКМ, как световозвращающие материалы. Один из таких материалов — светотражающие стеклянные микрошарики (СМШ).

Сертификация

Стеклошарики для разметки дорог «Люкс» соответствуют требованиям европейских стандартов EN -1423 и EN-1424 на стеклошарики для дорожной разметки и сертифицированы в системе ГОСТ Р на соответствие техническим условиям.

Назначение

Стекломикрошарики «Люкс» применяются при нанесении горизонтальной разметки красками любых марок, путем присыпки сверху на свеженанесенную линию (элемент) разметки.

Особые свойства

Стеклошарики обеспечивают отличную видимость дорожной разметки в ночное время и в условиях плохой видимости, что существенно повышает безопасность движения.

Микрошарики при соблюдении расхода и условий нанесения обеспечивают отличное световозвращение дорожной разметки.

По запросу заказчиков возможно нанесение водоотталкивающего или адгезионного апрета для улучшения эксплуатационных свойств разметки с посыпкой стеклошариками «Люкс».

Нанесение

Нанесение стеклошариков осуществляется с помощью любых разметочных машин, оборудованных устройствами для нанесения стеклошариков, либо вручную, путем разбрасывания на поверхность разметки.

Для достижения оптимального коэффициента световозвращения рекомендуемый расход стеклошариков «Люкс» — $250-300 \text{ г/м}^2$, что составляет около 30% от среднего расхода краски.

Срок годности микростеклошариков не ограничен.

Чтобы свет фар, преломленный шариком и отраженный от его внутренней поверхности, попал в наибольшем объеме в глаза водителю, шарик должен возвышаться над поверхностью разметки наполовину, а его поверхность должна быть свободна от маркировочного материала. В этом случае он тоже достаточно хорошо удерживается материалом разметки. Но если шарик выступает из слоя разметки более, чем наполовину, он легко будет сбит колесом автомобиля. А если шарик погружен в слой материала разметки более, чем наполовину, объем отраженного света уменьшается.

Толщина высохшего слоя краски в разметке составляет 150-300 мкм. Размер шариков должен быть соизмерим с этой величиной, поскольку для эффективного и длительного их действия шарики должны лежать хотя бы в два слоя. Исследованиями СоюздорНИИ установлено, что для краски наилучшими — и в отношении долговечности разметки, и в отношении световозвращения — являются СМШ размером 70-160 мкм.

Холодные пластики, термопластичные лакокрасочные материалы наносят обычно слоем 2-4 мм. Для них можно использовать шарики размером до 1 мм. В дождливую погоду, когда шарик покрыт пленкой воды, условия более благоприятны для световозвращения большими

шариками. Подбирая гранулометрию используемых шариков, необходимо учитывать все эти факторы.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что дорожная разметка уже привычная составляющая современной автодороги. Сложно сегодня представить проезжую часть без нее. Она упорядочивает движение на дороге, увеличивает ее пропускную способность и скорость автотранспортных потоков, а также помогает уменьшить количество ДТП. Чтобы добиться этого постоянно ищутся новые технологии и светоотражающие стеклошарики для дорожной разметки - одна из них.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УКРЕПЛЕНИЯ АСФАЛЬТОГРАНУЛОБЕТОННОЙ СМЕСИ КОМПЛЕКСНЫМ ВЯЖУЩИМ

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

В настоящее время остро стоит вопрос о несоответствии автодорожной сети тенденциям автомобилизации, так как в условиях интенсивного роста нагрузок на дорожное полотно, покрытие стремительно разрушается. Традиционные методы ремонта, реконструкции либо усиления автодорожного полотна зачастую не приносят желаемого результата. К тому же они требуют серьезных капитальных вложений.

Для развития и модернизации автомобильных дорог в условиях ограниченного финансирования появляются принципиально новые технологии ремонта, отвечающие требованиям успешного развития и обеспечения сохранности автомобильных дорог основанные на последних достижениях науки и техники.

Одной из таких технологий является «метод холодной регенерации». Это современный и хорошо зарекомендовавший себя метод укрепления (стабилизации) грунтов, каменных материалов и асфальтогранулята вяжущими материалами. Главным преимуществом данного метода является значительная экономия средств на дорожно-строительные материалы.

Суть технологии работ ресайклинга заключается в том, что появляется возможность дальнейшего использования лежащего в дороге, состарившегося и разрушенного материала изношенной и дефектной дорожной одежды, путем его укрепления комплексными добавками органических и/или минеральных вяжущих. Для этого создан специальный механизм-холодный ресайклер, способный своим мощным фрезерным барабаном измельчать материал покрытия или основания на глубину до 30 см и более с одновременной его обработкой указанными вяжущими и сразу же распределять ровным слоем.

При проведении работ по реконструкции автомобильной дороги Венгерово-Усть-Тарка км 58- км 63 в Новосибирской области используется специальный механизм: ресайклер WR2500 и смесительная установка WM400 фирмы Wirtgen (Германия), разработанных для глубокой стабилизации слоев покрытия и основания битумной эмульсией с добавкой цемента в виде водоцементной пастообразной суспензии.

Расход эмульсии, не превышает 4–4,5% от массы укрепляемого материала, а добавка цемента – не более 1,5–2,5%. Цемент призван повысить прочностные свойства комплексно укрепляемого материала, а ограниченный его расход обусловлен стремлением избежать возможных трещин в слое этого материала [4].

Органические вяжущие материалы в составе асфальтогранулобетонных смесей выполняют следующие функции:

- устранение излишней жесткости состарившегося плёночного битума, окружающего гранулы асфальтовой крошки;
- обволакивание поверхности зерен минерального материала обнажившейся в процессе фрезерования;
- связывание зерен добавляемого скелетного материала между собой и с асфальтовой крошкой;

- снижение водонасыщения асфальтогранулобетонной смеси;
- снижение межгранулярного трения с целью лучшего уплотнения смеси.

АГБ-смесь не является альтернативой обычной горячей асфальтобетонной смеси и поэтому, после устройства асфальтогранулобетонного слоя, в большинстве случаев (исключение — горячий ресайклинг), осуществляется традиционное асфальтирование с укладкой замыкающего слоя асфальта и слоя износа [3].

Смеси типа К (с добавлением комплексного вяжущего (битумной эмульсии или вспененного битума и цемента)) более сложны в изготовлении, но АГБ из таких смесей более устойчив к колееобразованию. Применение указанных смесей позволяет снизить толщину регенерированного слоя. Слой из смесей типа К быстрее формируется, что особенно важно при неблагоприятных погодных условиях при работах по холодной регенерации (ресайклингу) [2].

Можно выделить два основных направления развития технологии холодной регенерации:

- совершенствование средств механизации;
- расширение свойств и видов вяжущего материала.

Среди этих способов холодной регенерации способ с совершенствованием средств механизации имеет существенное преимущество благодаря созданию высокопроизводительных машин, позволяющих достигнуть однородности смеси, близкой к получаемой в стационарных смесителях.

В качестве вяжущего все большее распространение получает катионная эмульсия в сочетании с цементом или цементным тестом. При разработке проектов предпочтение отдается технологии, при которой регенерацию осуществляют с захватом несвязного слоя основания. В этом случае добавка цемента считается наиболее эффективной.

В зависимости от вида вяжущего можно получить в итоге широкую гамму бетонов, располагающуюся между пористым асфальтобетоном из горячих смесей и укрепленным крупнообломочным грунтом [1].

Применение метода холодной регенерации позволяет исключить из технологического процесса ряд операций. Отпадает необходимость в устройстве объездной дороги, исключаются работы, связанные с разборкой дорожного полотна, вывозом и утилизацией полученных материалов. Не требуется устройство песчаных и щебеночных оснований, т.к. при проведении регенерации существующее основание не повреждается. Существенно снижается количество задействованной при проведении работ техники.

Экономия средств при применении метода холодной регенерации составляет - 25% [5].

Пример технологического плана потока по регенерации дорожной одежды методом холодного ресайклинга приведен на рисунке 1.

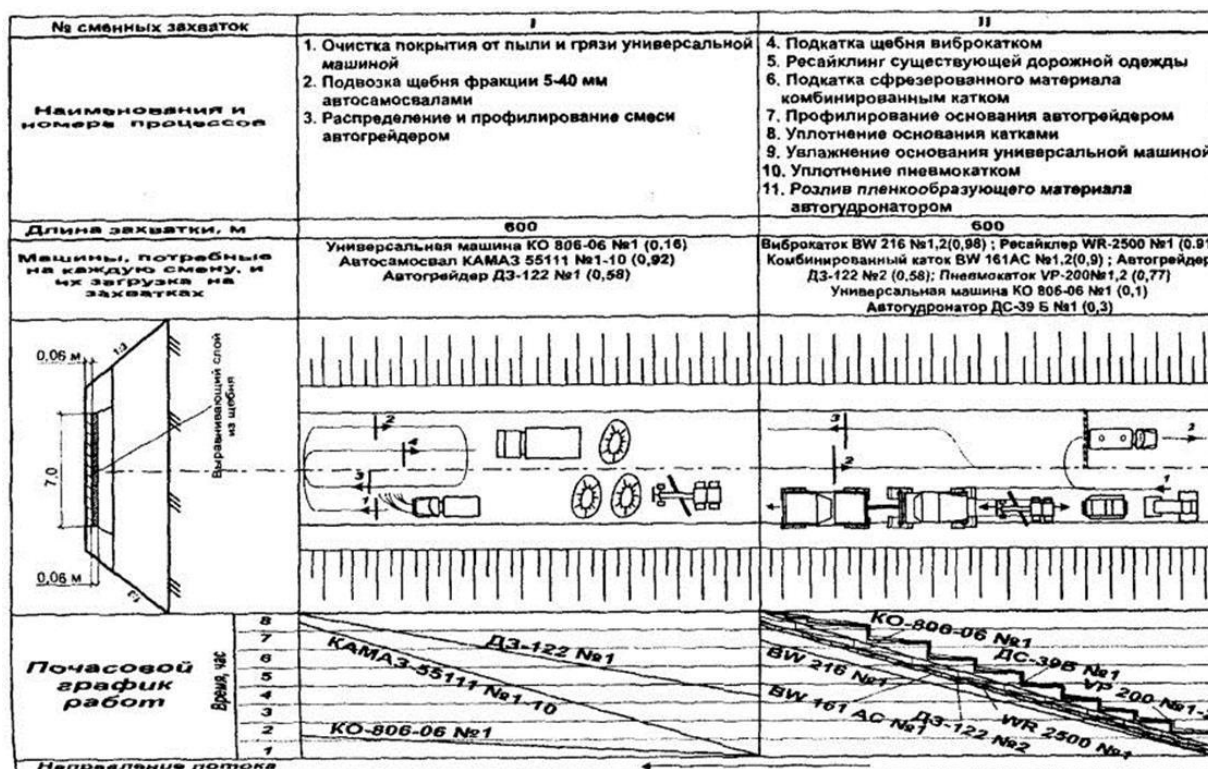


Рисунок 1- Технологический план потока по регенерации дорожных одежд методом холодного ресайклинга

Список литературы

1. Регенерация асфальтобетонных покрытий. Тематическая подборка. [http://www.complexdoc.ru/ntdtext/545434/17].
2. [Справочник](http://library.stroit.ru/articles/coldres?print=1) /Асфальтогранулобетонная смесь. [http://library.stroit.ru/articles/coldres?print=1].
3. Технология холодного ресайклинга (холодной регенирации) [http://www.unidorstroy.kiev.ua/wiki-asphalting/agb-mixture.html].
4. Технология холодного ресайклинга [http://library.stroit.ru/articles/coldres?print=1].
5. Холодный ресайклинг. Варианты восстановления дороги [https://sdmachinery.ru/tehnologii/resajkling/].

ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ НА ДОРОГАХ МУНИЦИПАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Одегов А.О. - студент, Михаилиди И.М. – к.т.н., доцент.

Алтайский Государственный Технический университет им. Ползунова, г.Барнаул

Состояние безопасности дорожного движения автомобильного транспорта в Российской Федерации остается серьезной социально-экономической проблемой.

Согласно официальной статистике научно-исследовательского центра проблем безопасности дорожного движения МВД России, в 2016-2017 годах в нашей стране наблюдалась тенденция сокращения количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и числа пострадавших в них. Вместе с тем уровень дорожно-транспортной аварийности и чрезвычайных ситуаций на автомобильных дорогах в стране оставался достаточно высоким: каждое девятое ДТП имело смертельный исход. [1]

В 2017 году Алтайский край попал в число двадцати пяти регионов страны, где при общем снижении количества ДТП наблюдалось увеличение числа погибших в них. При этом край занял второе место в России по абсолютному приросту данного показателя, что составило +45 человек по отношению к предыдущему году [2].

В целом, за 2017 год в Алтайском крае было зарегистрировано 3100 дорожно-транспортных происшествий (включая чрезвычайные ситуации). В 15 процентах всех случаев были зафиксированы неудовлетворительные дорожные условия, из чего следует, что 465 дорожно-транспортных происшествий можно было бы предотвратить при организации постоянного мониторинга дорог края с использованием современных программно-технических и телекоммуникационных средств. [3]

В связи с этим в крае был создан единый диспетчерский центр, в задачи которого входит оперативное отслеживание ситуации на краевых автомобильных дорогах регионального и межмуниципального значения и своевременное реагирование на произошедшие чрезвычайные ситуации. Все диспетчерские пункты центра оснащены программной комплексом СММК-2.0, который был введен в производственную эксплуатацию в 2016 году. Работа комплекса СММК 2.0 основана на использовании современных геоинформационных и телекоммуникационных технологий. Отличительной особенностью системы СММК 2.0 является обеспечение высокого уровня коммуникабельности между всеми звеньями дорожной отрасли. Для организации постоянного контроля дорожной ситуации в системе используются данные, поступающие из различных источников: с датчиков ГЛОНАСС, установленных на объектах транспортной техники; с фото- и видеокамер, установленных на участках обслуживания (Рисунок 1), с метеостанций. Все собираемые данные в круглосуточном режиме передаются в диспетчерские пункты и отображаются на информационном табло.

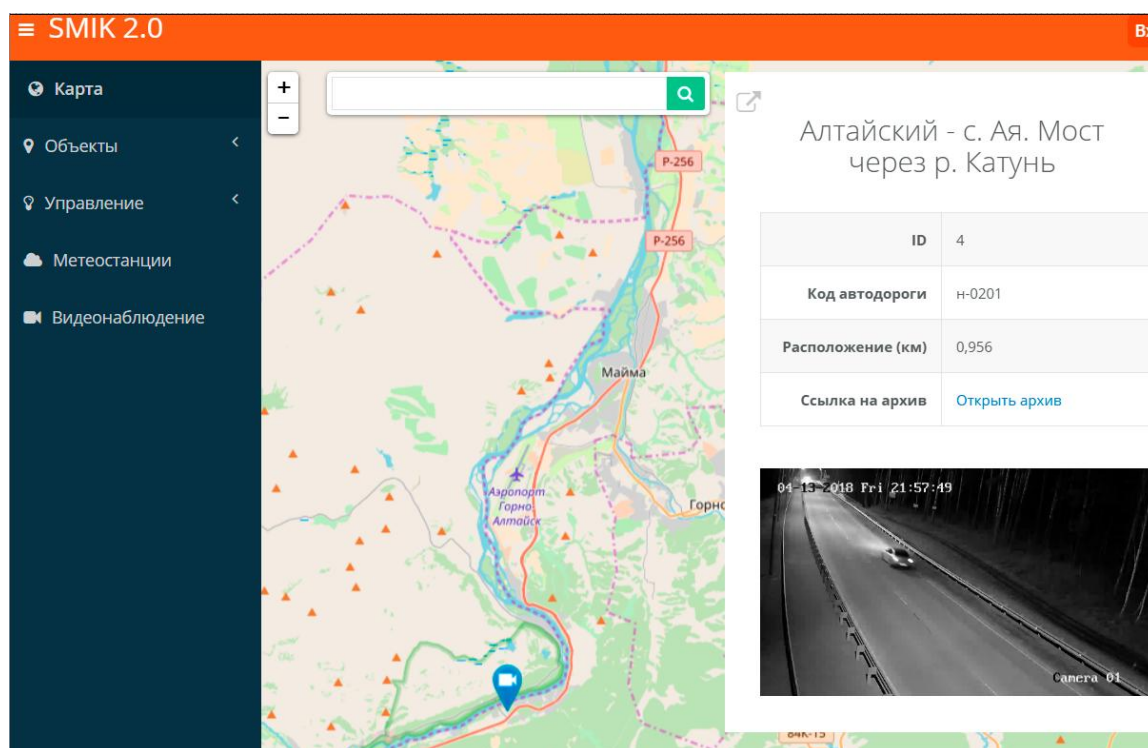


Рисунок 1 - Отображение данных видеокамер в режиме реального времени в системе СММК 2.0

Своевременность поступления информации, наглядность и простота ее представления упрощают анализ чрезвычайных ситуаций, способствуют более быстрому принятию правильных управленческих решений, сокращают время реагирования и ускоряют процесс устранения последствий чрезвычайных ситуаций.

Системы СММК-2 обеспечивает решение следующих задач:

- автоматизация процессов содержания автодорог регионального и межмуниципального значения;
- контроль и мониторинг состояния и качества выполнения работ (строительство, ремонт, содержание дорог и т.д.), сопоставление работы задействованных транспортных средств;
- прием данных метеостанций, метеопрогноза и данных видеонаблюдения и своевременное информирование о возникновении неблагоприятных условий;
- управление чрезвычайными ситуациями, построение сценариев и контроль их исполнения;
- автоматическое формирование отчетности.

Система СММК-2 использует геоинформационные технологии для ведения интерактивной карты дорог края. В ней создана база данных учетной информации по дорогам, в которой хранятся паспорта дорог с их основными характеристиками. В системе также зарегистрированы все датчики информации, фото- и видеокамеры слежения за дорожной ситуацией, все единицы техники, которые используются для устранения чрезвычайных ситуаций, ремонта и других видов обслуживания дорог.

На интерактивной карте в режиме реального времени отображается информация о чрезвычайных ситуациях, произошедших на дорогах, с указанием и повреждений дороги и объектов дорожной инфраструктуры, а также информация обо всей дорожной технике, задействованной на краевых трассах. Система позволяет отслеживать и координировать действия техники.

За 2017 год в Алтайском крае с помощью программного комплекса СММК 2.0 было зафиксировано 246 чрезвычайных ситуаций на дорогах. Все эти ситуации были успешно ликвидированы в кратчайшие сроки. [4]

В целом, использование программного комплекса СММК 2.0 позволило не только улучшить управление содержанием дорог, но и добиться уменьшения показателей аварийности, чему способствовало решение с помощью средств СММК 2.0 следующих задач

- мониторинг состояния автомобильных дорог и погодных условий;
- контроль транспортных средств на дорогах;
- заблаговременное предупреждение дорожных организаций о предстоящих погодных изменениях;
- оперативное определение местоположения чрезвычайных ситуаций (в том числе ДТП) на дорогах края с нанесением их на карту;
- контроль действий техники по устранению чрезвычайных ситуаций.

Программный комплекс СММК 2.0 является достаточно гибкой и расширяемой системой. Для улучшения качества работы комплекса предлагается оборудовать дополнительные точки видеонаблюдения на региональных трассах Алтайского края, . Предусматривается также расширение системы для работы с пассажирским транспортом, что позволит информировать водителей о всех изменениях дорожной обстановки и контролировать движение единиц пассажирского транспорта на протяжении всего маршрута. Эти меры снизят количество непредвиденных ситуаций с участием рейсовых автобусов.

Список литературы

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2016 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ НИЦ БДД МВД России, 2017, 18 с.

2. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2017 года. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ НИЦ БДД МВД России, 2017, 18 с. Режим доступа: <https://media.mvd.ru/files/embed/1283157>
3. <http://www.amic.ru/news/410186/>
4. <http://smik.altdor.ru/>

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «СЛАРРИ СИЛ» ПРИ СОДЕРЖАНИИ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Руппель А.Ю.– студент, Медведев Н.В.–ассистент

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

Сларри Сил и Микросюрфейсинг представляют собой холодные литые эмульсионно-минеральные смеси. Данные смеси применяются для устройства тонких защитных слоев износа дорожных одежд и являются одним из видов поверхностной обработки. Системы Сларри относятся к превентивным методам содержания дорожных одежд. Системы Сларри позволяют предупредить и приостановить уже начавшиеся процессы старения, восстановить эксплуатационные характеристики покрытия.

Системы Сларри имеют две основные функции:

1. В процессе работы дорожное покрытие подвергается механическому воздействию шин, что приводит к его механическому износу, снижению коэффициента сцепления и даже образованию колеи. Особенно пагубно для дорожного покрытия воздействие шипов. Слой износа Сларри восстанавливает эксплуатационные характеристики изнашивающегося покрытия;

2. Слой Сларри Сил защищает основные слои дорожной одежды от негативного воздействия климатических факторов, проникновения влаги и преждевременного старения

Суть превентивного содержания дорог состоит в том, что при проведении поверхностной обработки типа Сларри Сил в период, когда дорожное покрытие всё ещё находится в хорошем состоянии (каждые 3-5 лет), содержание обходится значительно дешевле, чем капитальный ремонт дороги через 7-10 лет, когда дорога приходит в непригодное для движения транспорта состояние. При своевременном правильном превентивном содержании капитальный ремонт может не потребоваться никогда.

Для смесей применяются так называемые «быстросхватывающиеся эмульсии» (для Сларри) или «эмульсии быстрого открытия движения» (для Микросюрфейсинга). В большинстве стран мира данные эмульсии являются катионными. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с анионными. Например, обеспечивают быстрое взаимодействие каменного материала и вяжущего с получением хорошей адгезии, совместимость с широким спектром каменного материала и быстрое формирование смеси. В покрытии Сларри мало пустот, и, будучи самовыравнивающимся, оно обладает высокой стабильностью и сопротивлением к деформациям. Такие покрытия могут быть спроектированы с применением нескольких типов гранулометрических составов каменного материала и различных видов битумов, что дает возможность оптимизирования свойств.

Покрывтия Сларри обеспечивают:

- рабочую полосу движения для транспорта;
- водонепроницаемость покрытия; небольшую корректировку профиля, имеющего продольные и поперечные деформации;
- заполнение колеи;
- текстурированную поверхность для обеспечения превосходного сцепления; - -- внешнее сходство с покрытиями из горячих асфальтобетонных смесей с низким уровнем шума;

- сокращение стоимости выполнения текущего ремонта за расчетный срок службы покрытия на 38%.

Устройство слоев износа Сларри Сил и Микросюрфейсинг производится специальным укладчиком. Укладчик является передвижной, самоходной либо прицепной машиной, на которой производится как приготовление эмульсионно-минеральной смеси, так и укладка её. По сути - это мобильный завод по производству литой эмульсионно-минеральной смеси и одновременно её укладчик. Машина имеет несколько бункеров для исходных материалов (каменный материал, битумная эмульсия, вода, цемент и другие добавки), смеситель, в котором осуществляется смешивание всех компонентов, а также короб-распределитель, который раскладывает приготовленную смесь слоем требуемой толщины и ширины.

Типовой состав литых эмульсионно-минеральных смесей

В состав литых эмульсионно-минеральных смесей (в том числе применяемых в микросюрфейсинге) входят:

- минеральный наполнитель (каменный материал);
- минеральное вяжущее (цемент, реже известь);
- битумное вяжущее (полимермодифицированная битумная эмульсия с различными добавками типа латекс SBR, неопреновый латекс, резиновая крошка в диспергированном виде и др.);
- вода и химические добавки.

В качестве крупнозернистого минерального наполнителя используется дробленый щебень кубовидной формы. Он образует основную структуру покрытия, несущую транспортную нагрузку. Перед приготовлением смеси щебень предварительно промывается для удаления содержащейся в нем глины и примесей.

В качестве органического вяжущего вещества используется битумная эмульсия или полимерно-битумное вяжущее. Органическое вяжущее предназначено для связывания компонентов смеси и придания ей пластичности. Наличие в составе смеси полимермодифицированной битумной эмульсии, а не обычного битума, обеспечивает ей высокую однородность за счет лучшего смешения зерен минерального наполнителя с битумным вяжущим, а также влияет на быстрое формирование смеси и возможность ее укладки при низких температурах.

В качестве минерального вяжущего используется портландцемент или известь. В роли добавок выступают химические вещества регулирующие скорость формирования слоя.

Подбор состава конкретной эмульсионно-минеральной смеси (например, для производства работ по технологии «микросюрфейсинг») осуществляется в дорожно-строительных химических лабораториях до начала проведения работ. Этот состав зависит от типа дорожного покрытия, транспортной нагрузки, наличия дефектов и повреждений, а также климатических условий той местности, где планируется проводить работы.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТА ПО ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕСАЙКЛЕРА

Феофилактов М.А.. – студент, Пучкин В.А.. - д.т.н., профессор

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

Холодный ресайклинг может производиться "на заводе", или "на месте" – с помощью ресайклера. При движении ресайклера в его смесительную камеру впрыскивается вода и другие компоненты для стабилизации, расход компонентов контролируется с помощью микропроцессорной системы управления, тем самым качество смеси при её устройстве значительно повышается. Это технология позволяет занимать только одну полосу движения, что позволяет открыть движение по другой полосе при необходимости.

Благодаря конструкции ресайклера вещества вводимые в грунт не выходят за пределы смесительного барабана, что не дает негативного воздействия на окружающую среду.

Холодный ресайклинг позволяет получать однородные связанные между собой слои большой толщины. Между тонкими слоями какие-либо швы отсутствуют.-

Данный метод холодной устройства дорожной одежды используется в моем дипломном проекте при реконструкции автомобильной дороги «подъезд к п. Кызылту» в Панкрушихинском районе Алтайского края.

Данная технология в моем дипломном проекте используется для стабилизации рабочего слоя основания. Рабочий слой имеет изначальный грунт суглинок тяжелый пылеватый, этот грунт стабилизируется цементом марки М20 (5 % по массе).

В дипломном проекте мною была разработана технология устройства рабочего слоя основания методом холодного ресайклинга с применением ресайклера WR 2500 S, грунтосмесительной установки WM 1000/

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

1. Подготовка основания с помощью автогрейдера ДЗ-298, установка копирных струн
2. Доставка цемента с помощью автоцементовоза БЦМ-55 с выгрузкой в смесительный бункер установки WM 1000.
3. Доставка воды с помощью поливовой машины БЦМ-55 с выгрузкой в смесительный бункер установки WM 1000.
4. Устройство слоя с помощью ресайклера WR 2500 S по 1 полосе шириной 3м.
5. Уплотнение слоя с помощью гладковальцового катка МС-84 массой 16т. за восемь проходов по одному следу.
6. Для ухода за уложенным слоем основания производится разлив битумной эмульсии поверх укрепленного слоя автогудронатором ДС-4570 с нормой 0,5-0,8 л/м².

Таким образом, технология холодной регенерации позволяет добиться высокой точности при дозировке требуемой к устройству слоя основания, а также сократить сроки строительства.

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ «ПОДЪЕЗД К ПОС. ТОПОЛИНСКИЙ ЛЕСХОЗ» В УГЛОВСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Еньшина В.А.- студент, Медведев Н.В.- ассистент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Актуальность содержания автомобильной дороги «подъезд к пос. Тополинский лесхоз»

Участок содержания автомобильной дороги – это Подъезд к пос. Тополинский Лесхоз в Угловском районе Алтайского края, в большей мере служащий обеспечению внутрирайонных и межрайонных связей, то есть связей п. Тополинский с другими населенными пунктами своего района.

Угловский район расположен в юго-западной части Алтайского края.

Окружающая местность – сухая нераспаханная степь на плоской равнине на супесчаных грунтах с тонким почвенным слоем. Существующие постоянные водотоки на данном участке отсутствуют. Дорога связывает пос. Тополинский Лесхоз с населенными пунктами, находящимися в юго-восточной части Угловского района.

Основное направление экономики – сельское хозяйство.

Автодорожная сеть используется для вывоза производимой сельскохозяйственной продукции и снабжения действующих предприятий необходимыми средствами и материалами

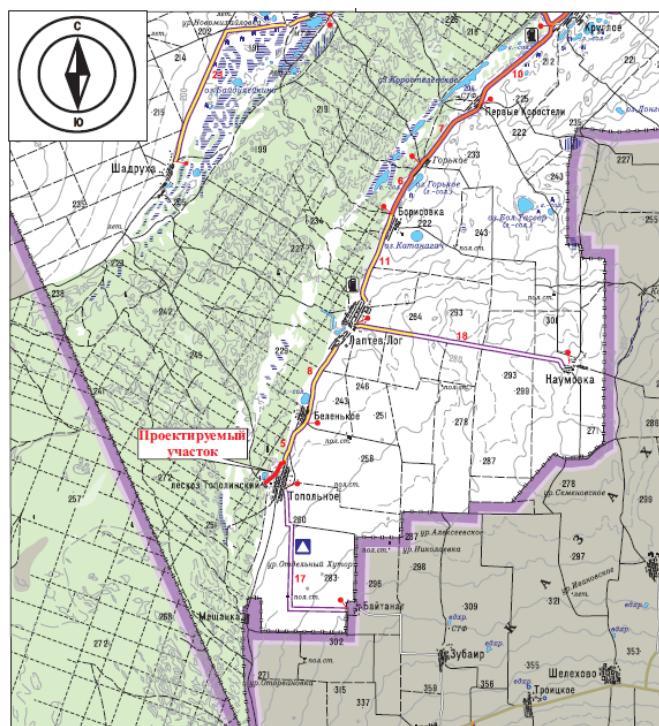


Рисунок 1- Схема расположения участка строительства автомобильной дороги

Актуальность рассматриваемых задач по оптимизации различных показателей путем внедрения современных технологий содержания автомобильных дорог, а также необходимость создания экологического мониторинга окружающей среды.

На данный момент одним из важнейших направлений для интенсивного развития в сфере дорожного строительства является применение современных технологий при содержании и ремонте автомобильных дорог. Внедрение современных технологий ведется повсеместно, однако, количество и качество осваиваемых продуктов и объемы их освоения существенно отличаются.

Объектом исследования являются современные технологии, применяемые при содержании и ремонте автомобильных дорог в дорожно-строительных предприятиях.

Участок содержания – Подъезд к пос. Тополинский Лесхоз в Угловском районе Алтайского края, в большей мере он служит обеспечению внутрирайонных и межрайонных связей, то есть связей п. Тополинский с другими населенными пунктами своего района.

Автодорожная сеть используется для вывоза производимой сельскохозяйственной продукции и снабжения действующих предприятий необходимыми средствами и материалами.

Протяжение участка – 3,745км. Начало трассы ПК 0+00 принято на подъезде к Тополинскому Лесхозу к автомобильной дороге Круглое – Лаптев Лог – Топольное – граница Республики Казахстан, км 44+420 в 24м от примыкания. Конец трассы ПК 37+45 – в центральной части пос.Тополинский Лесхоз. 2. Категория дороги основная/в жилой застройке IVБ-п / ул. в жилой застройке.

Принятые нормы плана трассы соответствуют ОДМ 218.2.017-2011 и СП 42.13330.2011.

Для пропуска временных водотоков необходимо предусматривается устройство 4 труб.

В строительстве трубы на ПК 15+00 нет необходимости, так как водоотвод организован таким образом, что весь объем воды направлен в трубу на ПК 7+10, что более целесообразно и не повлечет за собой увеличение объемов работ связанных с устройством трубы.

Для отвода воды из труб на ПК 7+10 и ПК 26+88 предусмотрено устройство водоотводных канав, которые укрепляются на протяжении 10м каменной наброской (камень фракции 0-150мм), далее канавы укрепляется засевом трав по слою растительного грунта.

Укрепление откосов входного и выходного оголовков трубы на ПК 34+27 выполнено монолитным бетоном В25 толщиной 0,08м на слое щебня толщиной 0,10м, укрепление откосов площадки и русла входного оголовка выполнено монолитным бетоном В25 толщиной 0,08м на слое щебня толщиной 0,10м с армированием сеткой из арматуры класса АІ d=6мм, укрепление русла выходного оголовка выполнено бутовым камнем.

Все применяемые технологии и материалы соответствуют нормативам и ГОСТ и проводятся в соответствии со стандартами.

Для отвода поверхностных вод от земляного полотна предусмотрена нарезка кюветов, которые укрепляются в зависимости от продольного уклона засевом трав и монолитным бетоном.

Одним из рассматриваемых к применению инновационных материалов стали геосинтетические материалы, основной целью является армирование асфальтобетонных слоев. Применение армирующих прослоек из геосеток увеличивает срок службы дорожного покрытия в 1.5-2 раза, а также снижает объем работ на ямочный ремонт до 50%.

Представителем геоматериалов был выбран «Геоспан ТН 33» , тканый синтетический материал, выполненный из полипропиленовых волокон, обладающий высокой прочностью и применяемый как для дорожной одежды, так и в качестве упрочнения грунта. Во время укладки в земляное сооружение, синтетический геотекстиль образует сложную прочную конструкцию с уплотненными слоями грунта играя роль арматуры

Для устройства разделительной прослойки между щебёночным и песчаным слоем в проекте применён тканый геосинтетический материал «Геоспан ТН 33».

Этот материал морозостоек, устойчив к агрессивному воздействию почвогрунтов и ультрафиолетовому излучению.

Контроль качества материала на месте производства работ осуществляется по визуальному осмотру рулонов и геометрическим размерам поставленных рулонов, наличию паспорта и маркировки на рулонах (контейнерах). Определяется целостность рулонов и полотно после раскатки. Геометрические размеры замеряются рулеткой.

Материал должен быть изготовлен из малотоксичных компонентов с пониженной горючестью (ГОСТ 12.1.044).

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

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

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

Матрацы «Рено» представляют собой плоскостные конструкции заводского изготовления малой высоты и большой площади поверхности по ГОСТ Р52132-2003, выполненные из металлической сетки двойного кручения с шестигранными ячейками. Сетка изготавливается из стальной проволоки плотного оцинкования. Покрытие Zn защищает проволоку и обеспечивает большую устойчивость к химическим, механическим и коррозионным повреждениям.



Рисунок 10.1- Геотекстильный материал геоспан

Матрацы Рено заполняются камнем размером не менее диаметра ячейки. Плотность камня должна быть не менее 1700 кг/м³.

Необходимым элементом в конструкциях с применением габионов и матрацев «Рено» является геотекстильный водопроницаемый материал как подстилающий слой (например, дорнит, геоспан, КМ-1, КМ-2 с удельной плотностью 450-600г/м²) со значительным сроком службы, высокими прочностными и гидравлическими свойствами. Геотекстиль применяется для предотвращения вымывания грунта из-под основания сооружения или со стороны обратной засыпки.

Характеристики матрацев «Рено» обеспечивают их конструктивную целостность в течении длительного срока эксплуатации. Наиболее важные из них – прочность, гибкость, проницаемость. Со временем матрацы Рено сливаются с окружающей средой и становятся частью ландшафта. Они приобретают максимальную прочность и устойчивость за счет природных процессов, поскольку с течением времени происходит аккумуляция частиц грунта между камнями.

Общий комплекс технологических операций по укреплению откосов с применением матрацев «Рено» включает следующие виды работ:

- подготовительные и разбивочные работы;
- устройство траншеи для сооружения упора из габионов размером 1×0,5×0,5м;
- укладка геотекстильного материала;
- установка коробчатых габионов и связка между собой оцинкованной проволокой сопрягаемых панелей и диафрагм;
- заполнение габионов камнем размером 120-150мм;
- крепление крышек у габионов при помощи оцинкованной проволоки или металлическими кольцами при помощи степлера;
- укладка геотекстильного материала по поверхности откосов;
- монтаж матрацев «Рено» и связка между собой по всем конструктивным граням оцинкованной проволокой;
- заполнение матрацев «Рено» камнем размером 120-150мм;
- крепление крышек у матрацев.

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ПОДЪЕЗД К ПЛЕМЕННОМУ КОМПЛЕКСУ НА 1100 ГОЛОВ ОАО «ПРОМЫШЛЕННЫЙ» В БИЙСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Магда Ф.С. – студент, Пучкин В.А. – старший преподаватель

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

На социальное и экономическое развитие отдельных регионов и страны в целом, безусловно, влияет техническое состояние и уровень развития дорожной сети. Поэтому очень важно должным образом поддерживать ее исправное состояние средствами содержания. В целом, содержание автомобильных дорог — это комплекс мероприятий, направленный на оценку и поддержание надлежащего технического состояния автомобильной дороги, а также на организацию и обеспечение безопасности дорожного движения. С экономической точки зрения средства, вложенные в содержание и ремонт автомобильных дорог, приносят большую отдачу, чем затраты на строительство новых дорог. В настоящее время для многих регионов России наиболее приоритетной стала задача повышения транспортно-эксплуатационных показателей эксплуатируемых дорог, и доведения их состояния до уровня, соответствующего требованиям технических регламентов. Это позволит обеспечить бесперебойное и безопасное движение транспорта, а также гарантирует сохранность автомобильных дорог.

Высокая пылимость грунтовой, гравийной или щебеночной дороги означает увеличение затрат на ее обслуживание и содержание.

На необеспыленных дорогах с грунтовым или гравийным покрытием вследствие высокой запыленности и ухудшения видимости пропускная способность может снижаться более чем в 2 раза.

Механическое удаление пыли не предотвращает интенсивный износ покрытия и, следовательно, не устраняет основной источник пылеобразования. Этот способ является целесообразным при обеспыливании дорог и аэродромов с капитальными покрытиями, а при наличии грунтовых и неулучшенных покрытий может использоваться лишь в отдельных случаях кратковременной эксплуатации, особенно при неустойчивой погоде, когда жаркие дни часто сменяются дождями.

Для дорог наиболее эффективным способом обеспыливания является обработка покрытий органическими вяжущими материалами, способными длительное время сохранять свое клееобразное состояние. В этом случае на поверхности дороги может образоваться эластичный поверхностный коврик в результате связывания вяжущим продуктов износа материала покрытия. К таким вяжущим материалам прежде всего следует отнести вязкие и жидкие битумы, дегти и смолы, нефти, масла, различные эмульсии на основе уже перечисленных вяжущих, а также различные побочные продукты и отходы промышленности, содержащие в своей основе термопластичные органические материалы, обладающие связующими свойствами. При этом с целью достижения высокого обеспыливающего эффекта вяжущие должны обладать высокой проникающей способностью в материал покрытия и легко смачивать минеральные частицы, быстро растекаясь по их поверхности.

Основываясь на зарубежном опыте применения гигроскопических солей для обеспыливания и улучшения гравийных и им подобных покрытий, следует в первую очередь остановиться на широком использовании хлористого кальция во многих странах мира (США, Финляндии, Германии, Швеции, Англии и др.). В США, например, для обеспыливания автомобильных дорог ежегодно расходуется около 200 тыс. т CaCl_2 , а в Финляндии – 60 тыс. т. В США в качестве обеспыливающего материала хлористый кальций применяют весной по норме 540 г/м², при последующих распределениях – 270 г/м².

Наряду с поверхностной обработкой покрытий обеспыливающими материалами широко применяется метод перемешивания грунта и гравийных материалов с оптимальным количеством хлористого кальция. На 1 т смеси расходуют 3,2-4,5 кг хлористого кальция. Чтобы создать оптимальное содержание влаги с целью придания смеси при уплотнении требуемой плотности, в нее добавляют необходимое количество воды. Преимущество данного метода заключается в том, что движение транспортных средств прерывается на небольшой срок и для производства работ на дороге требуется минимальное количество механизмов.

Кроме хлористого кальция, для обеспыливания дорог используется хлористый натрий. Стабилизирующее действие каменной соли давно используется в США. Это свойство соли обнаружено при применении ее для борьбы с пылью на грунтовых дорогах. Обработанные солью участки со временем приобрели прочность и новые свойства: меньше поглощали влагу, не давали усадку в сухую погоду и незначительно набухали при влажной погоде. Благодаря такому составу плотность покрытия достигала 2,5-2,6 т/м³, что не только ограничивало поглощение воды, но и препятствовало проникновению капиллярных вод из грунта. Это свойство позволило рекомендовать подобные дорожные одежды для строительства дорог на заболоченных участках. Исследования дали возможность установить, что при применении кристаллической каменной соли и хлористого кальция (в соотношении 1:1) достигается тот же обеспыливающий эффект, что и при использовании хлористого кальция.

Регулярная обработка дорожного полотна и связывание пылевых частиц позволяет легко поддерживать дорогу в хорошем состоянии без необходимости производства дорогостоящей реконструкции.

ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ ТРЕЩИН, САНАЦИЯ ТРЕЩИН

Емшин А.А. – студент, Пучкин В.А. – д.т.н., профессор

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

Одним из видов разрушения дорожного покрытия являются продольные и поперечные трещины, возникающие в результате старения материала, нарушения технологии укладки дорожного покрытия, температурных перепадов, воздействия окружающей среды. Эти трещины могут проявиться уже через 1-2 года после смены дорожного покрытия. Возникновение и последующее развитие трещин является основной причиной возникновения в дорожных покрытиях дефектов, требующих проведения ремонтных работ. Именно через трещины вода проникает с поверхности покрытия в его толщу, что неминуемо приводит к ускоренному развитию трещин и разрушению покрытия.

Современные технологии и оборудование позволяют сделать санацию трещин дорожного покрытия одним из наиболее эффективных способов поддержания полотна в рабочем состоянии. Метод санации трещин дает сегодня возможность, сэкономив значительные материальные, временные и трудовые ресурсы, отсрочить капитальный ремонт, не ухудшая при этом эксплуатационные характеристики магистралей.

Известно, что асфальтобетонное покрытие приходит в негодность под воздействием целого ряда факторов, среди которых сезонный перепад температур, нагрузки, механические воздействия и др. Появившиеся в результате микротрещины быстро разрастаются и углубляются: разрушается не только внешний, но и внутренний слой полотна, что приводит к необходимости замены целого участка дороги.

Предотвращение развития дефектов покрытия путем герметизации трещин в начальной стадии их образования (не допуская их развития до дефектов, требующих ямочного ремонта) является наиболее эффективным и экономичным способом обеспечения эксплуатационных характеристик дорожных покрытий.

Своевременное проведение санации обеспечивает предупреждение развития трещин на период до 5 - 7 лет эксплуатации дорожного покрытия. Соответственно, на этот срок исключается и необходимость проведения большей части ямочного ремонта.

Наиболее эффективным методом устранения данного дефекта и защиты покрытия от разрушения на несколько лет, по нашему мнению, является разделка и заливка трещины специальными мастиками герметиками.

Метод основан на необходимости механического удаления разрушенного и окисленного дефектного слоя покрытия на определенную глубину вдоль направления развития трещины и создания «резервуара» правильной геометрической формы для последующего его заполнения герметизирующим материалом.

Порядок устранения трещин с помощью установок CrackPro/Jet:

- Используем установки для разделки трещин производства компании SealMaster США CrackPro E0300.

- Просушивание и прогрев. Просушиваем и прогреваем разделанную полость трещины, так называемым, тепловым копьем CrackJet компании КМ International США.

- В очищенную, просушенную и разогретую полость разделанной трещины немедленно подаём специальный битумный герметик из плавно-впрыскивающей установки серии CrackPro 250 компании SealMaster США.

Использование высокотехнологичной дорожной мастики

Мастики «БРИТ» являются герметизирующими материалами горячего применения и представляют собой готовый к употреблению состав. Битум является основным сырьем при производстве мастик и герметиков «БРИТ». Качество мастик во многом зависит от свойств исходного битума, а стоимость конечного продукта значительно определяют цены на основную составляющую сырья - битум

Следует иметь в виду, что дорожные мастики, будь то битумно-полимерная или резинобитумная мастика, - нуждаются в предварительном разогреве в специально

предусмотренных для этой цели котлах до 180°C в сухую ясную погоду. Причем, перед нанесением для достижения максимального эффекта следует учитывать, что температура бетона должна быть выше 5°C.

ДОРОЖНЫЕ МАСТИКИ "БРИТ"

Назначение и области применения:

- герметизация швов и трещин цемента- и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог
- укладка под подошву трамвайного рельса
- антикоррозионная защита металлических гофрированных конструкций, подпорных стенок, барьерных ограждений, работающих в агрессивных средах, повышенных кислотных и щелочных грунтах
- наружная и внутренняя гидроизоляция бетонных строительных конструкций, зданий и сооружений
- гидроизоляция подземных стальных трубопроводов и защита других сооружений от почвенной коррозии.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА АБЗ

Красовская И.В. - студент,. Пучкин В.А – старший преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Установлено замедление процессов старения битума в асфальтобетоне при введении адгезионной добавки ДАД-1, обусловленное более активным его взаимодействием с поверхностью минеральных материалов, а также наличием в составе добавки азотистых оснований, оказывающих протекторное действие на процессы окислительной деструкции битума.

Предложенное поверхностно-активное вещество улучшает обрабатываемость минеральных материалов органическими вяжущими, что способствует снижению расхода вяжущего на 8-11% и его равномерному распределению в объеме смеси, обеспечивает полное и эффективное физико-химическое взаимодействие всех минеральных компонентов с битумом, а также понижает их технологическую температуру на 20-30°C, благодаря чему уменьшаются энергетические затраты на процессы нагрева и перемешивания. [4]

Полученные асфальтобетоны обладают повышенной водо-, морозостойкостью и устойчивостью против старения, что дает возможность повысить качество и долговечность асфальтобетонного покрытия автодорог.

Доказана экономическая целесообразность использования ДАД-1 в составе асфальтобетонных смесей. Для широкомасштабного внедрения результатов диссертационной работы при строительстве автодорог разработан технологический регламент. [1]

Обоснован и экспериментально подтвержден характер влияния новой адгезионной добавки ДАД-1 на сцепление битума с каменными материалами из кислых и основных пород и на физико-механические характеристики асфальтобетона, обусловленный наличием катионных и анионных групп в ее составе, что позволило повысить качество и работоспособность асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в сложных погодных условиях.

В результате испытаний и промышленной эксплуатации были отмечены следующие положительные свойства применения ДАД-1:

- Обеспечение хорошего сцепления битума с минеральными материалами как кислого, так и основного характера;

- Получение более плотного асфальтобетона, увеличение его прочности при сжатии;
- Повышение водостойкости асфальтобетона;
- Уменьшение водонасыщения асфальтобетона;
- Увеличение сдвиго- и трещиностойкости асфальтобетонного покрытия;
- Улучшение удобоукладываемости асфальтобетонной смеси;
- Сокращение расхода битума на приготовление асфальтобетонной смеси;
- Повышение производительности работ [2].

Плотность добавки близка к плотности битума, поэтому добавка хорошо перемешивается с битумом и впоследствии не расслаивается. Для получения стабильного результата по повышению адгезионных свойств битума, обязательным условием является равномерное распределение добавки в битуме.

В зависимости от технического уровня асфальтобетонного завода можно использовать один из следующих способов введения добавки:

- добавку дозируют объемным способом в расходную емкость при постоянной циркуляции битума по схеме низ-верх емкости. Время циркуляции битума подбирается для каждого конкретного случая и определяется опытным путем.

- добавка дозируется непрерывно с помощью специального устройства в линию подачи битума перед асфальтобетонным смесителем. Это наиболее прогрессивный способ, требующий некоторой модернизации установки. [3]

Введение добавки позволяет снизить температуру укладки асфальтобетонной смеси за счет сохранения ее пластичности, поэтому при приготовлении асфальтобетонной смеси температуру битума необходимо поддерживать не более 140 °С. При такой температуре добавка сохраняет свои свойства в течение 3-х суток. [2]

Список литературы

1 Мелик-Багдасаров М.С. Дорожные асфальтобетонные технологии (пособие асфальтобетонщику) / М.С. Мелик-Багдасаров, К.А. Гиоев, Н.А. Мелик-Багдасарова. М.: МАКС Пресс, 2000. - 158 с. - ISBN.

2 Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <http://www.dissercat.com/content/asfaltobeton-s-adgezionnoi-dobavkoi-dad-1#ixzz5EjA7PmZp>

3 Горелышева Л.А. Основные направления получения асфальтобетонных материалов с заданными свойствами / Л.А. Горелышева // Мосты и дороги. №19. - 2008. - С. 238-251.

4 Опанасенко О.Н. Как улучшить битум? Влияние добавок на устойчивость битума к термоокислению. / О.Н. Опанасенко, О.В. Лукша // Автомобильные дороги. 2008. - №6. - С.122-124

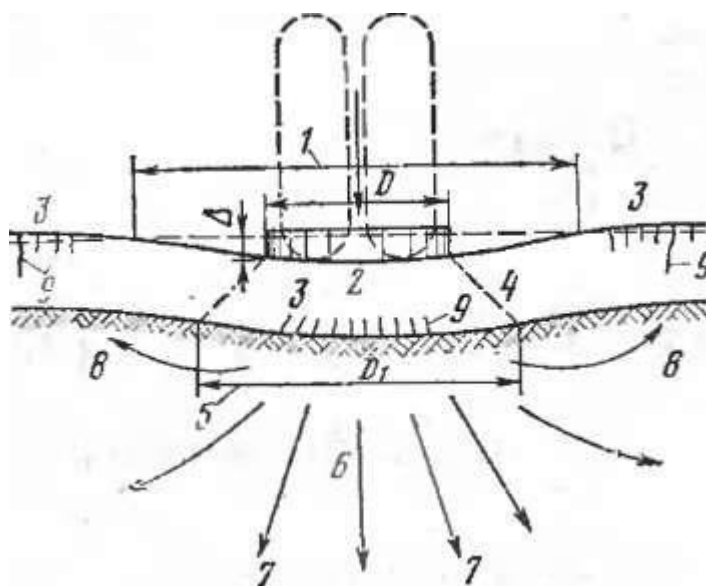
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

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

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

При строительстве автомобильных дорог одна из основных проблем является повышение долговечности асфальтобетонных покрытий. Увеличение количества большегрузных автомобилей в транспортном потоке и повышению скорости движения приводит к уменьшению жизненного цикла автомобильных дорог и негативно влияет на их техническое состояние. Постоянно дорожные покрытие подвергаются серьезному давлению. И речь здесь идет не только про магистрали. Мосты, посадочные полосы в аэропортах и даже

спортивные площадки постоянно выдерживают большие нагрузки. Со временем, на них появляются трещины, ухабы и пробойны. [4]



1 –чаша прогиба; 2 –зона сжатия; 3 –зона растяжения; 4 –поверхность среза одежды; 5 – площадь передачи давления на грунт; 6 –уплотнение грунта в основании; 7 –направление сжатия грунта; 8 –выпирание грунта; 9 –трещины в одежде; Δ –прогиб дорожной одежды; D – диаметр площади давления на покрытие

Рисунок 1 - Схема формирования чаши прогиба и деформирования нежестких дорожных одежд под колесом автомобиля

Под нагрузкой автомобильного колеса дорожная одежда прогибается, а затем постепенно восстанавливается (рис. 1). Этот прогиб распространяется во все стороны, образуя чашу прогиба радиусом до 3–4 м, которая перемещается в сторону движения автомобиля. Чаши прогиба частично перекрывают друг друга и распространяются на всю ширину полосы движения. Поэтому в слоях дорожной одежды возникают напряжения сжатия, растяжения, изгиба и сдвига. В зависимости от состояния конструкции дорожной одежды под действием повторных нагрузок в отдельных слоях и в конструкции дорожной одежды в целом могут формироваться как упругие, так и вязкопластичные деформации. Чтобы избежать подобных ситуаций используют геосетки. [2]

Геосетка – это специальная сетка из прочных материалов, которая не подвергается коррозии и воздействию внешних факторов. Применение геосетки необходимо, для того чтобы создать качественную и надежную дорожную поверхность. Геосетки армируют асфальтобетон: перенаправляют вертикальные нагрузки в горизонтальную плоскость перераспределяют горизонтальные напряжения в слое асфальтобетона и снижают активные местные напряжения, поглощая их. Благодаря функции перераспределения усилий сильно снижает местные нагрузки в асфальтобетоне (рисунок 2), он дольше остается работоспособным, что ведет к уменьшению трещин в покрытии. Тем самым заметно увеличивается срок эксплуатации всей дорожной одежды автомобильной дороги и отдельных конструктивных слоев. [1]

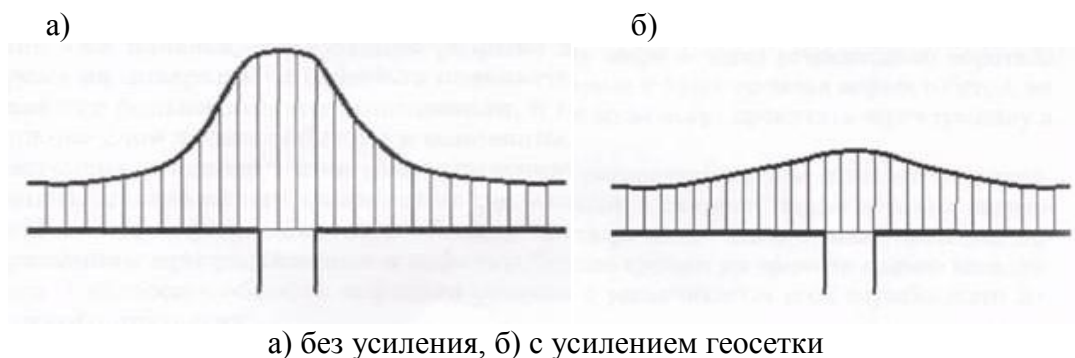


Рисунок 2 – Горизонтальные напряжения возникающие при растяжении в асфальтобетоне.

Геосетки создают из различных материалов и с использованием разных технологий производства:

Полиэфирные сетки используются для укрепления асфальтобетонных покрытий. Геосетка для асфальтобетона увеличивает срок его безопасной эксплуатации. Эта сетка способна усиливать упругость покрытия и распределять напряжения более равномерно.

Геосетка двухосная из полипропилена – это куда более прочный и надежный материал. Полипропиленовые не подвергаются коррозии и могут быть использованы в любых ситуациях. Чаще всего такая сетка применяется при создании железнодорожных насыпей, магистральных покрытий и промышленных полов.

Геосетка из стекловолокна отличается относительно легким весом и отличной стойкостью. Стекловолоконная геосетка производится из стекловолокна, которое дополнительно обрабатывают битумным составом. Ее задействуют преимущественно в дорожном строительстве и устройстве бетонных площадок. [3]

Основные эффекты армирования асфальтобетонных покрытий геосетками заключаются (рис. 3):

- геосетки перераспределяют нагрузку от автомобилей на большую площадь, повышают несущую способность асфальтобетонного покрытия и уменьшают появление различных дефектов на дорожном покрытии;
- геосетки принимают на себя растягивающие напряжения и предотвращают появление трещин на дорожном асфальтобетонном покрытии. [2]

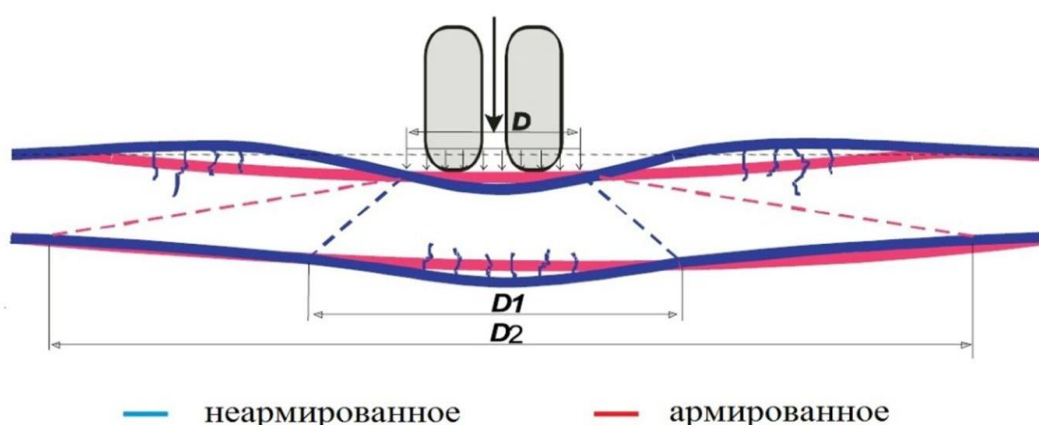


Рисунок 3 - Асфальтобетонное покрытие под колесной нагрузкой

Таким образом, повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий может быть достигнуто при армировании покрытий геосетками.

Список литературы

1. Г.С. Меренцова Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.
2. Подольский, Вл. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожные покрытия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования /Вл. П. Подольский, П. И. Поспелов, А. В. Глагольев, А. В. Смирнов; под ред.Вл. П. Подольского. – М.: Издат.центр «Академия», 2012. –304 с.
3. Геосетка дорожная: применение и свойства[Электронный ресурс] <http://fb.ru/>
4. Геосетка: применение, расход, цена, для укрепления[Электронный ресурс] <http://homebuild2.ru/>

ПРИЕМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SCAD OFFICE ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АРОЧНЫХ МОСТОВ

Солоненко Д.В.- студент, Горлов А.Д.- студент, Иванищева Д.Б.- студент, Дремова О.В.-
старший преподаватель

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

С каждым днем прокладываются километры коммуникаций и автомобильных дорог, строятся большое количество зданий и сооружений, и ни одна из отраслей строительства не обходится без расчётов, требующих достаточной точности, ведь от этого могут зависеть жизни людей. С ростом спроса на строительство тех или иных объектов, инженерам приходится производить проектирование намного оперативнее, для того, чтобы уложиться в строго определенные сроки.

Именно эти причины стали двигателем прогресса в проектировании, и теперь все чаще используют инженерные программы для сбора и обработки данных. Посредством этих программ были решены основные проблемы проектировщиков - расчеты проводятся в невероятно короткие сроки, и при этом достигается наивысший уровень точности.

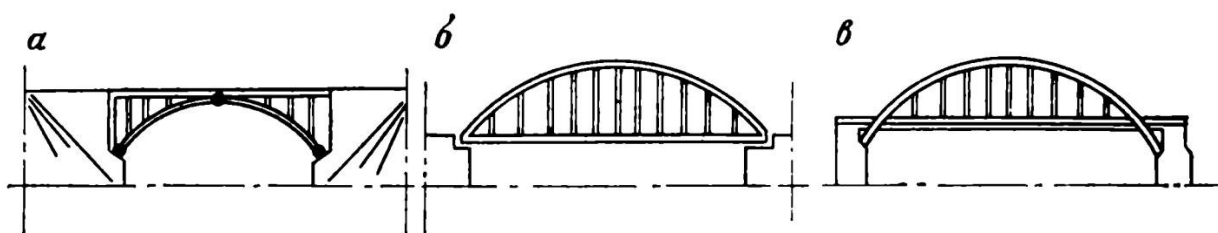
Во время исследования был проведен опрос студентов строительного факультета на предмет использования инженерных программ, на что 72% опрошенных ответили, что использование инженерных программ является необходимой мерой в настоящее время.

Одной из самых популярных программ, позволяющих выполнить расчет конструкций, является программный комплекс SCAD. Вычислительный комплекс SCAD способен выполнить следующие расчеты: статический расчет в линейной и геометрически нелинейной постановке; расчеты на динамические воздействия различного вида; вычисление комбинаций нагрузок; определение расчетных сочетаний усилий; проверки по различным теориям прочности (расчет главных и эквивалентных напряжений); анализ устойчивости конструкции; расчет нагрузок от фрагмента схемы; вычисление спектров ответа; определение амплитудно-частотных характеристик; совместный анализ набора расчетных схем (вариации моделей).[2]

Рассмотрим преимущество расчета арочного моста в SCAD, в сравнении с расчетами, произведенными вручную.

Основными несущими элементами таких мостов являются арки, конструкция пролетного строения которых выполняется по параболической, либо по круговой кривой. Особенностью арок является наличие горизонтального усилия в опорах от вертикальных нагрузок. Распор вызывает отрицательные изгибающие моменты в пролетном строении и таким образом уменьшает значения положительных (балочных) изгибающих моментов. Следовательно, перекрывающая способность арок выше, так как расчетные сечения в арках значительно легче, чем в балках аналогичного пролета.

Существуют арки трех видов, в зависимости от условий опирания на опоры: трехшарнирные, двухшарнирные и безшарнирные. Виды арочных мостов представлены на рисунке 1.



а-трехшарнирный, б-двухшарнирный; в-бесшарнирный
Рисунок 1 – Схема существующих видов арочных мостов.

Наиболее целесообразно в строении автодорожных мостов использовать трехшарнирные арки, также их используют при недостаточно прочных грунтах основания опор, так как трехшарнирные арки нечувствительны к осадкам опор и к температурным деформациям в силу статической определимости.

Примером моста, содержащего в своей конструкции трехшарнирную арку, является мост, расположенный в Чехии, проложенный через водохранилище на реке Влтава.[1] Данный мост представлен на рисунке 2.



Рисунок 2- Мост через водохранилище на реке Влтава.

Для возведения такого моста одной из необходимых стадий проектирования является построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил, возникающих от постоянной внешней нагрузки. Для сравнения двух методов расчета были проведены расчеты вручную и с помощью программного комплекса SCAD. Первым этапом обоих методов является составление схемы арки и установление нагрузки, соответствующей рассматриваемому мосту.

Результаты, полученные студентами при расчетах вручную, представлены на рисунке 3.

Расчеты производились поэтапно:

- 1) определение опорных реакций;
- 2) определение значений N, Q, M ;
- 3) построение эпюр.

На получение представленного результата ушло 2,5 часа, так как помимо непосредственно математических затруднений, возникали ошибки, полученные из-за невнимательности студентов и других подобных качеств, присущих человеку.

Результаты, полученные с помощью программы SCAD, приведены на рисунке 4. На расчет арки автоматизированным путем было потрачено 20 минут. Помимо абсолютной точности расчета и минимальных затрат времени данное программное обеспечение имеет ряд следующих положительных качеств:

- позволяет получить эпюры усилий и перемещения, необходимые для подбора сечений конструкции;
- представляет возможность производить многовариантное проектирование.

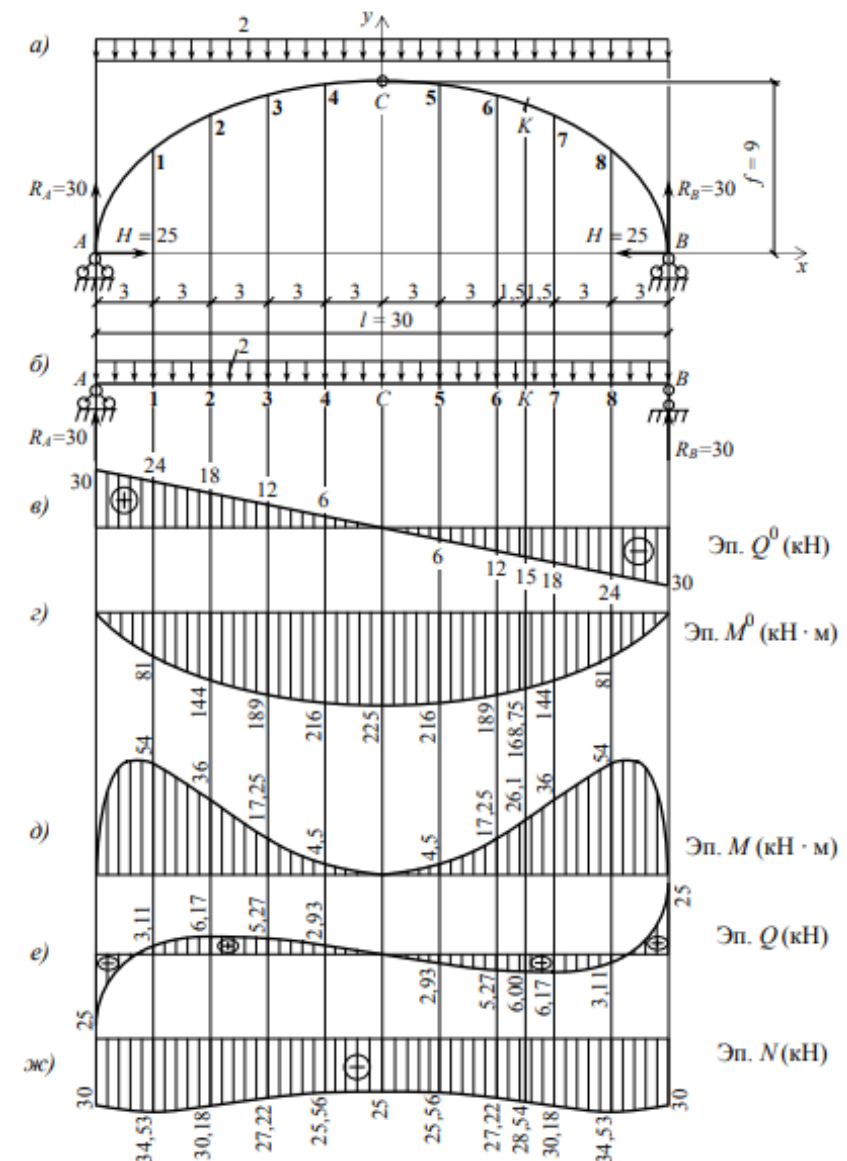


Рисунок 3 - Результаты расчёта арки вручную.

Для проведения расчетов в SCAD были пройдены следующие этапы:

- 1) создание проекта и настройка параметров;
- 2) создание расчетной схемы;
- 3) создание нагрузок;
- 4) выполнение линейного расчета и анализ результатов.

Сравнивая полученные значения эпюр, делаем вывод, что при правильном выполнении задания результат рассмотренных методов идентичен, но программный метод оказался более практичен.

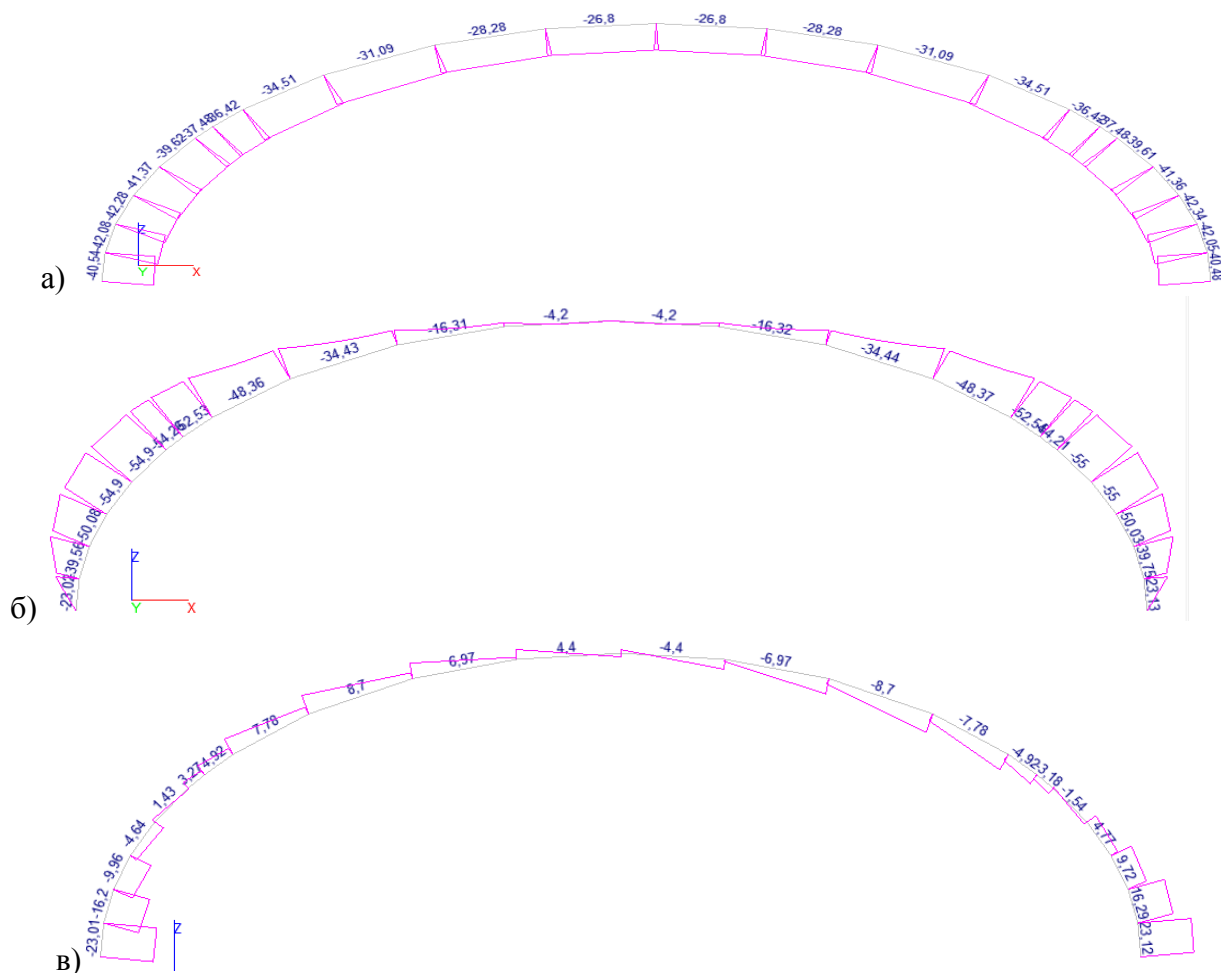


Рисунок 4- Результаты расчета, выполненного в ПК SCAD.

Список литературы:

1. Порядок расчета трехшарнирной арки [Электронный ресурс] // bstu. - Режим доступа: <http://www.bstu.by/uploads/attachments> - Загл. с экрана.
2. Мосты Чехии [Электронный ресурс]// platpaul. - Режим доступа <https://platpaul.livejournal.com/233000.html>. - Загл. с экрана.

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ НА АВТОДОРОЖНОМ ПОКРЫТИИ

Корсаков Н.К. – студент, Меренцова Г.С. д.т.н., профессор

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

Основным показателем обуславливающим недостаточную трещиностойкость асфальтобетонных покрытий в условиях резко-континентального климата Западной Сибири является температура хрупкости битума. Величина температуры хрупкости, которая для битума БНД 90/130, заложенная нормативными документами, составляет -17°C , что не соответствует условиям эксплуатации покрытий в зимнее время. Указанный недостаток может быть компенсирован за счёт увеличения температурного интервала его работоспособности и повышения адгезионного контакта на разделе фаз битум – минеральный материал

Считается, что уменьшение трещиностойкости за счёт добавления модифицирующих добавок, способных создать нужные температурные условия, таким образом, основным

фактором, влияющим на уменьшение трещинообразования, является увеличение пластичности асфальтобетона.

Приведу в пример таблицу сравнения битума БНД 90/130 и полимерно-битумно вяжущих на основе различных модифицирующих добавок:

Немного подробнее об остальных ПБВ :

1. Органическая добавка КМБ-1
2. Полимерная добавка СД_{0.3}с дозировкой 0.3% от массы битума
3. Полимерная добавка СД_{0.7}с дозировкой 0.7% от массы битума
4. Полимерная добавка СД_{1.0}с дозировкой 1.0% от массы битума
5. Комплексная модифицированная добавка КМБ-2

Каждая добавка вводится в битум разогретый до 160°C и перемешивалась в течение 1 минуты для равномерного распределения. Позже осуществляется оценка свойств битума по показателям физико-механических свойств, приведенных в соответствующих государственных стандартах:

1. Средняя плотность , г/с³
2. Предел прочности при сжатии при 0°C , Мпа
3. Предел прочности при сжатии при 20°C , Мпа
4. Предел прочности при сжатии при 50°C , Мпа
5. Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе, Мпа
6. Водонасыщение, % по объёму.

Способ оценки сцепления растворимой частью асфальтобетона с заполнителем запатентован(патент №2435744). С помощью данной методики определяем количественный показатель сцепления, который учитывает условия эксплуатации асфальтобетонных покрытий , т.е. все неблагоприятные условия характерные для нашего региона.

Способ оценки сцепления заполнителя с растворной частью асфаль- тобетона поясняется на рисунке 1, где схематично изображено приспособление для фиксации величины погружения штампа–эталона в растворную часть асфальтобетона.

Сущность способа , это создание контактного усилия в растягивающей зоне штампа-эталона осуществляется путём приложения к нему статистической нагрузки в момент отрыва штампа-эталона. Данная конструкция состоит из 3 жестко соединённых одинаковых элементов, расположенных относительно друг друга под углом в 120°.Создание растягивающего усилия в контактной зоне каждого элемента штампа-эталона производят после поворота металлической ёмкости на 180°.

Растворную часть асфальтобетона помещают в металлическую ёмкость, ставя ее в термостат вместе с одинаковыми элементами штампа – эталона и нагревают до температуры 170 °С. Затем металлическую емкость с разогретой растворной частью асфальтобетона вынимают из термостата и ставят на станину приспособления для фиксации величины погружения штампа-эталона в растворную часть асфальтобетона, а штамп-эталон из трех жестко соединенных между собой одинаковых элементов, расположенных относительно друг друга под углом 120°, устанавливают в стержневой системе со свободно перемещающимся стержнем с помощью болтового крепления. 65 Создание растягивающего усилия в контактной зоне каждого из трех одинаковых элементов штампа-эталона производят после поворота металлической ёмкости относительно станины на 180° путем приложения статической нагрузки на разрыв, которую создают грузом, прикладываемым к каждому из трех одинаковых элементов штампа-эталона посредством нагрузочного приспособления, который обеспечивает осевое растягивающее напряжение при соответствующей площади контакта заполнителя с растворной частью асфальтобетона, а, именно, площади контакта нижней части элемента штампа-эталона и растворной части асфальтобетона.

Позже определяют величину напряжения в контактной зоне, по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Где F- это нагрузка , при которой произошёл отрыв каждого из 3 одинаковых элементов от штампа-эталона от растворной части асфальтобетона , Н;

S- это площадь контактной зоны между заполнителем – нижней частью каждого из трех одинаковых элементов штампа – эталона и растворной частью асфальтобетона, см²

На эксплуатационную надежность асфальтобетонных покрытий влияет сцепление растворной части асфальтобетона с заполнителем. При проведении настоящих исследований установлено, что сцепление каменных материалов с органическим вяжущим является важнейшим показателем, оказывающим влияние как на прочностные характеристики, так и на трещинообразование .

Необходимо также учитывать влияние добавок на величину растяжимости битума.

Трещиностойкость асфальтобетона оценивалась по результатам испытания кернов для контрольного состава (без модифицирующей добавки) и для модифицированного состава (с добавкой КМБ-2). Результаты испытаний на трещиностойкость, через 3 года эксплуатации авто- мобильной дороги приведены в таблице 1.

Таблица 1-Трещиностойкость образцов кернов по пределу прочности на растяжении при расколе при температуре 0°С через 3 года эксплуатации асфальтобетонного покрытия.

Состав	Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С
Контрольный	3.00
С добавкой КМД-2	5.80

Апробация модифицированных составов асфальтобетонных смесей проводилась на асфальтобетонном заводе. Была приготовлена опытная партия (40т) горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси - тип Б, I марки для устройства дорожных покрытий. В качестве минерального заполнителя использовался щебень из гравия, песок из отсевов дробления и минеральный порошок. Комплексный модификатор (КМБ-2) вводился через дозатор смесительного агрегата. Содержание битума марки БНД 90/130 в смеси составляло 5,7% от минеральной части асфальтобетонной смеси.

Устройство конструктивного слоя асфальтобетонного покрытия толщиной 4см осуществлялось в г. Новоалтайске. Протяженность участка, на котором проводилась апробация модифицированного асфальтобетона, составила 175м. Общая площадь опытно-экспериментального участка покрытия автомобильной дороги составила 525м² при протяженности 175 м. После укладки покрытия из модифицированной асфальтобетонной смеси проводился визуальный осмотр. При этом установлено хорошее качество покрытия и отсутствие, каких-либо дефектов и повреждений. После устройства слоя покрытия автомобильной дороги из модифицированного асфальтобетона осуществлялся периодический осмотр состояния опытного участка через 1, 2 и 3 года.

В процессе эксплуатации автомобильной дороги со слоем покрытия из модифицированного асфальтобетона проводились визуальные наблюдения за состоянием опытного участка. Отмечено, что через 3 года эксплуатации асфальтобетонного покрытия отсутствовали признаки появления различных дефектов, в том числе трещин в покрытии.

Список литературы

1. Г.С. Меренцова Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА SCAD OFFICE ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»

Мхитарян А.А. – студент, Шумилин А.Е. – студент, Дремова О.В. – старший преподаватель

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

Современные информационные технологии являются залогом успешных расчетов на стадии проектирования зданий и сооружений. В настоящее время используется значительное количество программных комплексов (ПК), облегчающих ведение расчетов и проектирование конструкций. Одним из таких комплексов, которые можно применить при изучении дисциплины «Строительная механика», является ПК SCAD Office. Этот программный комплекс производит расчеты на прочность, деформируемость и устойчивость металлических и железобетонных конструкций. ПК SCAD активно применяется в высших образовательных учреждениях для помощи студентам при выполнении расчетных заданий.

В ПК SCAD реализован метод конечных элементов (МКЭ), являющийся универсальным методом решения физических и инженерных задач. Ручной расчет конструкций с использованием этого метода представляет определенные трудности, связанные с необходимостью решения систем дифференциальных уравнений высокого порядка, содержащих большое количество неизвестных.

В данной статье рассмотрены примеры использования ПК SCAD для решения таких задач как: расчет неразрезной балки и расчет рамы на динамическую нагрузку, так как эти задачи вызывают у студентов наибольшие затруднения при ручном счете.

При выполнении расчетного задания на тему «Неразрезная балка», студенты должны самостоятельно выполнить следующие задания:

- найти с помощью уравнений трех моментов опорные моменты и построить эпюры M и Q от постоянной нагрузки;
- найти моментные фокусные отношения и построить эпюры от последовательного заграждения каждого пролета временной нагрузкой;
- построить огибающую эпюру моментов. Пример схемы неразрезной балки для расчета приведен на рисунке 1.

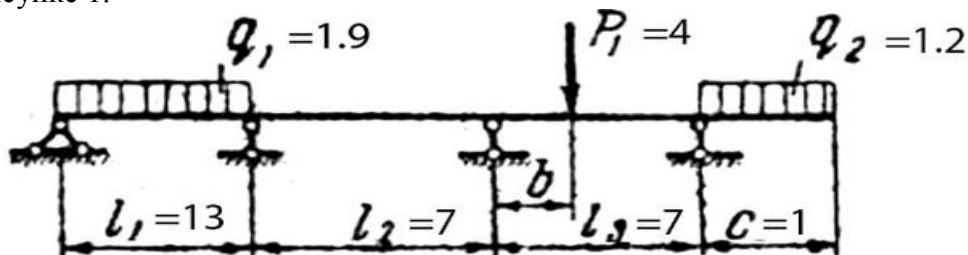


Рисунок 1 – Расчетная схема неразрезной балки

При ручном методе расчета необходимо вычислить степень статической неопределимости балки, величины известных моментов, для неизвестных – составить систему уравнений трех моментов. Решив систему и определив неизвестные моменты, построить эпюру моментов от постоянной нагрузки. При расчете балки в ПК SCAD после создания расчетной схемы и приложения постоянной нагрузки получаем эпюру, приведенную на рисунке 2.

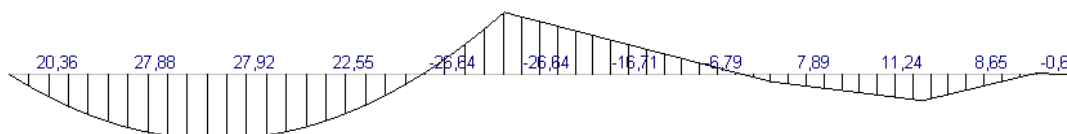
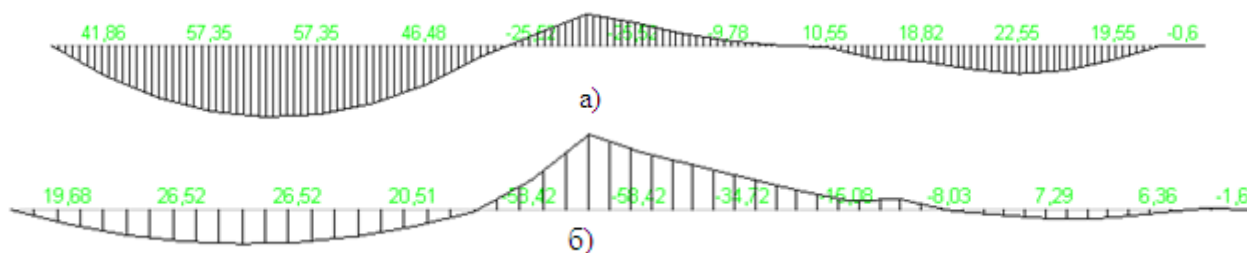


Рисунок 2 – Эпюра от постоянной нагрузки

Следующим этапом расчета является построение огибающей эпюры. При ручном счете необходимо вычислить левые и правые фокусные отношения, загрузить каждый пролет балки временной нагрузкой и построить соответствующие эпюры моментов. Далее результаты сводятся в табличную форму, и выполняется расчет минимальных и максимальных значений огибающей эпюры.

В ПК SCAD для построения огибающих эпюр, временная нагрузка в каждом пролете задается отдельным загружением. Далее составляется расчетное сочетание усилий и выполняется расчет. В режиме графического анализа программа позволяет отобразить огибающие эпюры расчетных от сочетаний усилий с минимальными и максимальными значениями. На рисунке 3 приведены примеры таких эпюр.



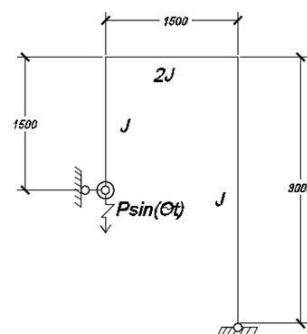
а) огибающая эпюра с максимальными значениями моментов, б) огибающая эпюра с минимальными значениями моментов

Рисунок 3 – Огибающие эпюры моментов в кН.

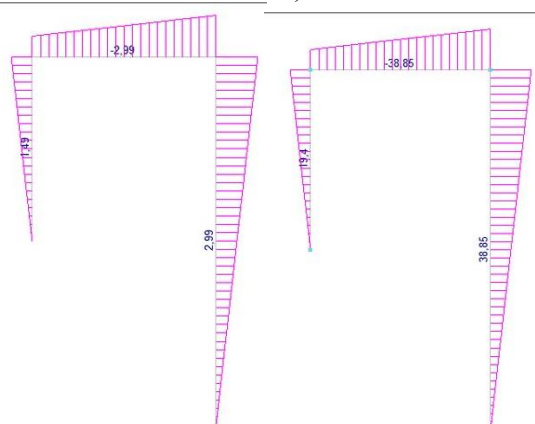
Применение расчетного комплекса SCAD во много раз облегчает решение данной задачи. Однако при расчете скрываются промежуточные этапы вычислений и представляются лишь окончательные значения усилий.

Следующей работой был расчет рамы на динамическую нагрузку. В ходе выполнения задания встречается большое количество формул, в которых можно допустить ошибку, что приведет к неправильным результатам. При расчете рамы с двумя и более сосредоточенными массами, необходимо составить и решить «вековое уравнение», что также представляет определенную трудность. Программный комплекс SCAD производит расчеты автоматизировано, тем самым уменьшая шанс допустить ошибку при решении задач, так как от пользователя требуется лишь верно задать расчетную схему и нагрузки.

При расчете в SCAD рамы с учетом динамической нагрузки требуется, помимо статического нагружения, создать еще динамическое нагружение. В результате расчета были построены эпюры изгибающих моментов от единичных усилий, от действия статической и динамической нагрузок. Расчетная схема рамы и эпюры представлены на рисунке 4.



а)



б)

в)

а) расчетная схема рамы, б) эпюра М от статической нагрузки, в) эпюра М от динамической нагрузки

Рисунок 4 – Эпюры изгибающих моментов

Так же программа позволяет увидеть схему деформирования рамы, в том числе в режиме анимации, значения горизонтальных и вертикальных смещений, подобрать размеры сечения, удовлетворяющие условиям прочности.

SCAD имеет функцию визуализации напряжений, что позволяет наглядно рассмотреть данную раму с точки зрения концентрации напряжений. Так на рисунке 5 видно, что зона концентрации напряжений находится на правой стойки от середины и выше, приведены величины напряжений в этой зоне. Это позволяет наглядно представить распределение нагрузки в раме, и ее опасных мест.

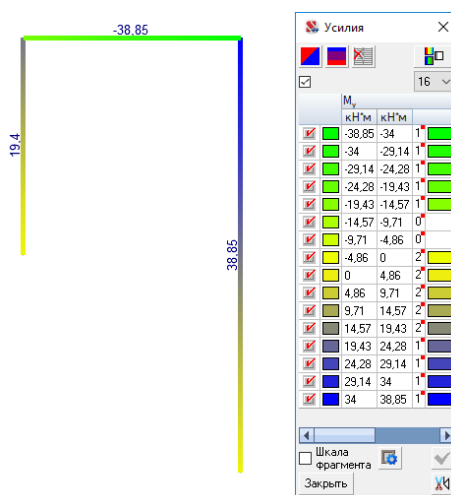


Рисунок 5 Распределение напряжений в стержнях рамы

Используя возможности SCAD при изучении дисциплины «Строительная механика» мы выявили ряд неоспоримых преимуществ, таких как автоматизированный расчет конструкций на прочность, визуализация эпюр усилий и перемещений, отображение схемы деформации конструкции. Изучение ПК SCAD в образовательных учреждениях во многом облегчает работу студентов при выполнении расчетных заданий возможностью проверки окончательных усилий при ручном расчете. Так же плюсом использования данной программы является простота задания схем конструкций и загрузжений. Проверку промежуточных значений и хода решения задачи можно выполнить путем разбиения расчетов на несколько этапов последовательных решений. Так, например, при расчете рамы на динамическую нагрузку для проверки этапов ручного решения задачи применялось деление загрузжений на единичные, нагрузку от первой и второй масс, статического и динамического загрузжения. Последовательно решая задачу на каждое загрузжение, мы добились поэтапного контроля выполнения работы.

Список литературы

1. Карпиловский В. С., Криксунов Э. З., Маляренко А. А., Перельмутер А. В., Перельмутер М. А. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD.– М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2008.
2. Калько, И.К. Расчет стержневых систем. Часть 2 Статические неопределимые системы. Динамика и устойчивость сооружений [Текст]: учебное пособие / И. К. Калько; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2014.

ВОДОПРОНИЦАЕМЫЙ АСФАЛЬТ

Рогожников И. А. – студент, Меренцова Г. С. – доктор технических наук профессор
Алтайский государственный университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Британские ученые, компании Lafarg Tarmac в течении шести лет работали над изобретением дорожного покрытия, которое могло бы достаточно хорошо пропускать через себя воду. Такой материал для британцев важен для борьбы со штормами и наводнениями (рисунок 1).



Рисунок 1 – Проверка водопропускных качеств асфальтобетонного покрытия

И вот ученым удалось изобрести такой материал под названием Тортмiх-асфальтобетон, который пропускает до 800 литров воды в минуту (рисунок 2). Он дает возможность воде проходить через слой асфальто-бетона практически мгновенно, практически не оставляя луж.



Рисунок 2 – Асфальтобетон Тортмiх способный пропускать воду

А сделанные из него дороги получают возможность всегда оставаться сухими. Кроме того, как уверяют его создатели, адсорбирующее свойство асфальта позволит в жаркую погоду снижать температуру дорог, так как вода, которая просачивается в него, может находиться под ним в системе дренажных каналов или мембран, и, испаряясь, его охлаждать.

Долгое время ученые не могли предоставить ему надлежащую прочность, которая позволила бы использовать данный асфальт при строительстве дорог. Однако, сейчас эта проблема решена, и для демонстрации свойств покрытия ним было залито площадь одной из автостоянок в английском городе Хай-Уиком, где и сняли эти фото.

Дорожный материал Тортмiх выпускаю трех видов: полной инфильтрации, частичной инфильтрации, и полное поглощение.

Полная инфильтрация относится к системе, в которой вся вода проходит через Тортмiх и поступает в почву под ним. Это особенно полезно во влажных помещениях, которые не нужно собирать воду или в низменных частях городов куда после ливней поступает вся вода.

Частичное проникновение включает в себя полупроницаемый барьер под Tormix, который действует как дренажная система и вода отводится в близлежащую канализацию.

Полное поглощение эта система хранит всю воду, которая течет через Tormix. Этот вариант является наиболее полезным в районах с нечистой водой и высоких темпов утилизации, так как собранная вода может быть повторно использоваться позже.

Заказчики могут выбирать между тремя системами в зависимости от их потребностей, способ приготовления и состав асфальто-бетона.

Верхний слой покрытия, по сути, состоит из крупной гальки, которая позволяет воде просачиваться внутрь. Под ним может находиться всасывающая подкладка с дренажными каналами или специальной мембраной. И все это укладывается непосредственно на грунт.

Такое покрытие может стать идеальным для строительства дорог, расположенных в низинах городов, куда при ливневых дождях стекается вода. Также оно сможет решить проблему с лужами на подъездных дорожках к домам, велосипедных дорожках и автостоянках. То есть там, где застаивается вода и лужи могут представлять опасность для людей и автомобилей.

Tormix в настоящее время ограничен в продаже.

К сожалению, пока авторы этого уникального асфальта говорят, что он создан для теплых городов, потому что от сильных морозов асфальт ломается и растрескивается. Однако, ученые обещают в ближайшем будущем решить и эту проблему.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА КОНСТРУКТИВНЫЕ СЛОИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ

Черешнев Д.И. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

В большинстве районов Алтайского края в качестве материала для слоев основания дорожной одежды применяют щебеночные и щебеночно-песчаные смеси, характеризующиеся модулем упругости 180..280МПа. В случае укрепления данных смесей неорганическими вяжущими материалами их модуль упругости повышается до 3 раз в зависимости от содержания вяжущего.

Проведена работа по оптимизации составов для укрепления конструктивных слоев дорожных одежд из щебеночно-песчаных смесей полиминеральными добавками. Применение данной добавки способствует: улучшение физико-механических характеристик и сроков службы дорожных одежд (покрытий); исключение появления колеиности.

Полиминеральная добавка представляет собой порошок серого цвета различных оттенков. Содержит темные включения в виде зерен, размером не более 0,5мм, которые при надавливании крошатся.

Укреплению подвергались щебеночно-песчаные смеси при соотношении 1:1 по массе щебня из гравия Верх-Катунского месторождения фракции 5-20мм и речного обского песка с модулем крупности $M_k=0,32$ [1].

Кривая просеивания (рисунок 1) не попадает в границы оптимального гранулометрического состава. В связи с чем были проведены дополнительные исследования о возможности применения таких щебеночно-песчаных смесей для укрепления портландцементом с полимерной добавкой[2].

Определение максимальной плотности и оптимальной влажности осуществлялось при помощи большого прибора стандартного уплотнения СОЮЗДОРНИИ. После обработки результатов построен график зависимости влажности от плотности щебеночно – песчаной смеси (рисунок 2).

Значение максимальной плотности принято по соответствующей ей ординате. Поэтому для испытываемой щебеночно-песчаной смеси принято значение оптимальной влажности,

равное $W_{\text{опт}} = 9\%$. Причем значение максимальной плотности влажного грунта составило $2,22 \text{ г/см}^3$, а плотность скелета щебеночно-песчаной смеси – $2,03 \text{ г/см}^3$.

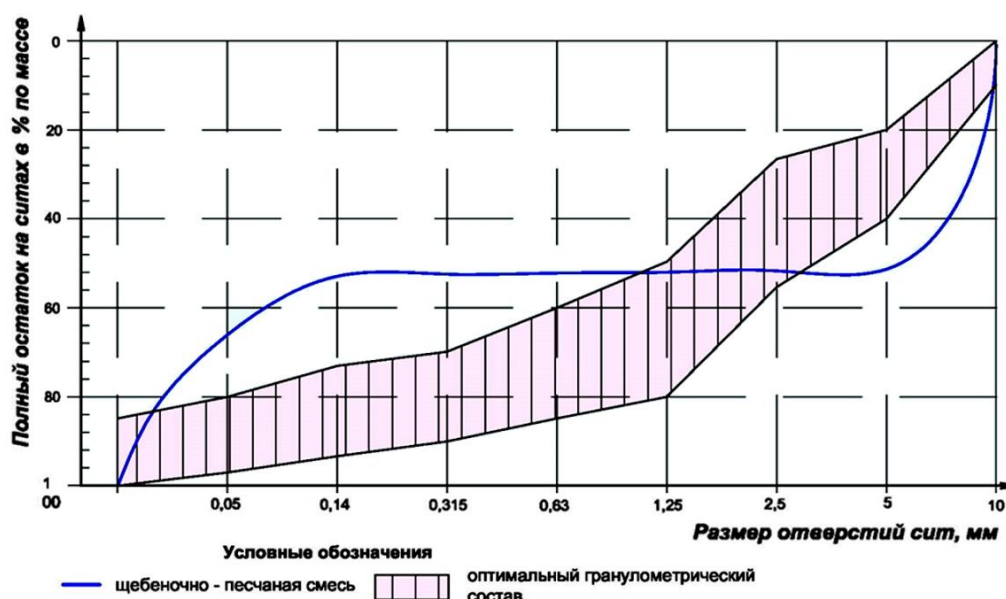


Рисунок 1 - Кривая просеивания щебеночно-песчаной смеси

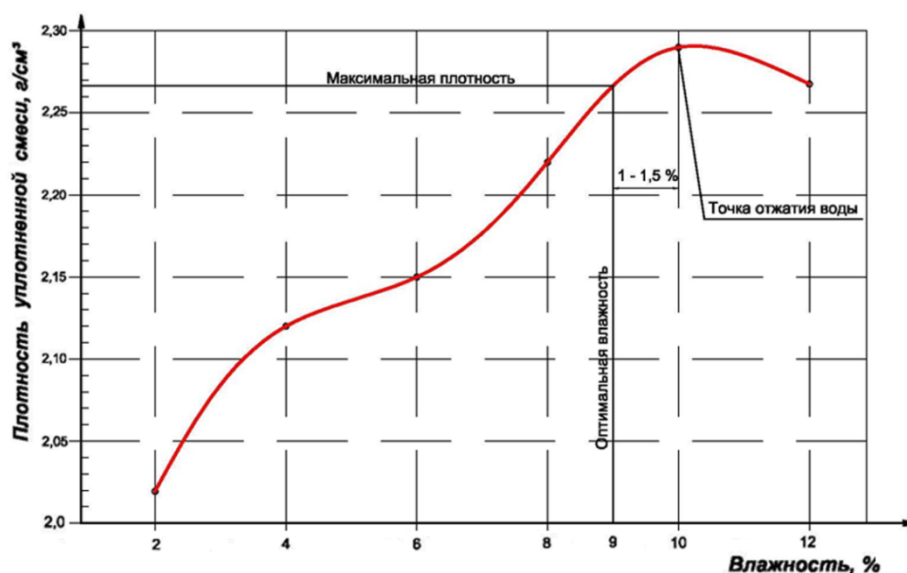


Рисунок 2 - График зависимости плотности от влажности смеси

При исследовании оценке физико-механических показателей щебеночно-песчаной смеси, укрепленной портландцементом с полиминеральной добавкой, определялись следующие прочностные характеристики: предел прочности при сжатии и предел прочности на растяжении при изгибе, проводилось сравнение полученных экспериментальных значений контрольных составов, на предел прочности при сжатии и расколе без полиминеральной добавки и с соответствующими составами с полиминеральной добавкой

Щебеночно-песчаную смесь высушивали до воздушно-сухого состояния. тщательно перемешивали, добавляли портландцемент и еще раз перемешивали. Затем смесь доводили до оптимальной влажности[2].

Предел прочности при сжатии вычисляли по формуле

$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F} \quad (1)$$

где P - разрушающая нагрузка, кг; F - первоначальная площадь основания образца, см^2 .

Предел прочности при сжатии вычисляли с точностью до 0,05МПа как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов. Расхождение между результатами испытаний отдельных образцов не превышало 15%.

Предел прочности на растяжение при раскалывании определяли на образцах-цилиндрах диаметром 100 мм и высотой 130 мм, насыщенных водой после твердения их в течение 7, 14, 28 сут. во влажных условиях.

Предел прочности на растяжение при расколе вычисляли по формуле

$$R_{раск} = \frac{2P}{\pi dl} \quad (2)$$

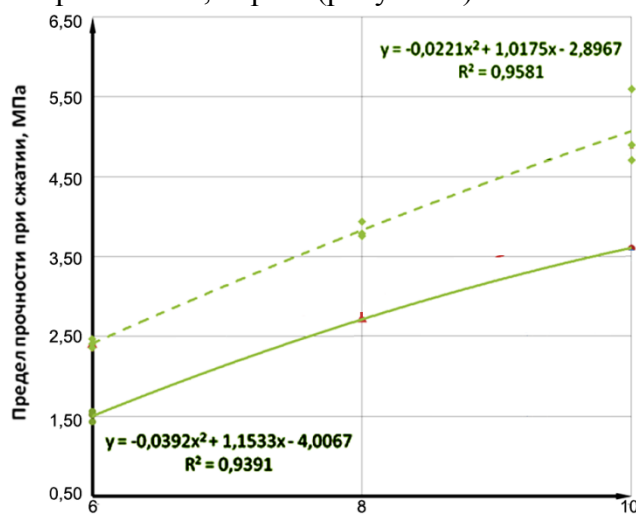
где P - разрушающая нагрузка, кгс; d - диаметр образца, см; l - высота образца, см; $2/\pi$ - коэффициент, характеризующий распределение нагрузки по контакту с образцом.

Предел прочности на растяжение при изгибе определяли с учетом пересчета предела прочности на растяжение при расколе, в соответствии с формулой

$$R_{р.и.} = \frac{2R_{раск}}{K} \quad 3)$$

где $R_{раск}$ — предел прочности на растяжение при раскалывании, МПа; $K = 0,8 - 1,2$ — коэффициент, уточняемый при подборе состава на конкретных материалах и зависящий от технических характеристик применяемых материалов и грунтов[3].

Результаты исследований позволили выявить оптимальный состав щебеночно-песчаной смеси, укрепленной 10% портландцемента и 1% полиминеральной добавки. При этом повышаются прочностные характеристики укрепленной щебеночно-песчаной смеси: предел прочности на сжатие образцов в возрасте 28 суток увеличивается на 40%; предел прочности на растяжение при изгибе возрастает в 1,06 раза (рисунок 3).



— Изменение прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов без полиминеральной добавки

- - Изменение прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов с полиминеральной добавкой

Рисунок 3 - Изменение предела прочности щебеночно-песчаных смесей на сжатие в зависимости содержания цемента от массы минеральной части в возрасте 28 суток

Данные результаты позволяют использование укрепленных щебеночно-песчаных смесей для оснований при капитальном и облегченном типе дорожных одежд, и для покрытий переходного типа со слоем износа.

В результате проделанной работы было выявлено положительное влияние полиминеральных добавок на физико-механические показатели щебеночно-песчаной смеси, а именно повышение прочностных характеристик образцов на сжатие в возрасте 28 суток на 40% и повышение предела прочности на растяжение при изгибе возрастает в 1,06 раз.

Список литературы

1. ГОСТ 23558—94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. М.: Госстрой России, 1995;
2. ОДМ 218.2.031-2013 Методические рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве;
3. ВСН 158-69 Технические указания по комплексным методам укрепления грунтов цементом с применением добавок химических веществ при устройстве дорожных и аэродромных оснований и покрытий. / Минтрансстрой СССР – М.: 1969.

УКРЕПЛЕНИЕ ВЯЖУЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Черешнев Д.И. – студент, Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор

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

Во многих регионах Западной Сибири, не обеспеченных каменными материалами, важную роль при строительстве и реконструкции автомобильных дорог играет широкое использование местных грунтов. Наличие большого количества пылеватых грунтов, расположенных в Западной Сибири не позволяет достичь нужной несущей роли скелета, что требует укрепления грунтов вяжущими материалами. Коренное изменение свойств пылеватых грунтов можно достигнуть введением неорганических добавок.

Проведена работа по оптимизации составов для укрепления конструктивных слоев дорожных одежд из щебеночных смесей и грунтов, золоцементом и полиминеральными добавками. Укреплению подвергались щебеночно-песчаные смеси из гравия Верх-Катунского месторождения и речного обского песка.

Щебеночно–песчаную смесь высушивали до воздушно-сухого состояния. тщательно перемешивали, добавляли портландцемент и еще раз перемешивали. Затем смесь доводили до оптимальной влажности ($W_{\text{опт}} = 9\%$.)[1].

При исследовании оценке физико-механических показателей щебеночно-песчаной смеси и грунтов, укрепленных портландцементом с полиминеральной добавкой, определялся предел прочности на растяжении при изгибе, проводилось сравнение полученных экспериментальных значений контрольных составов, без полиминеральной добавки и с соответствующими составами с полиминеральной добавкой.

Предел прочности при сжатии вычисляли по формуле

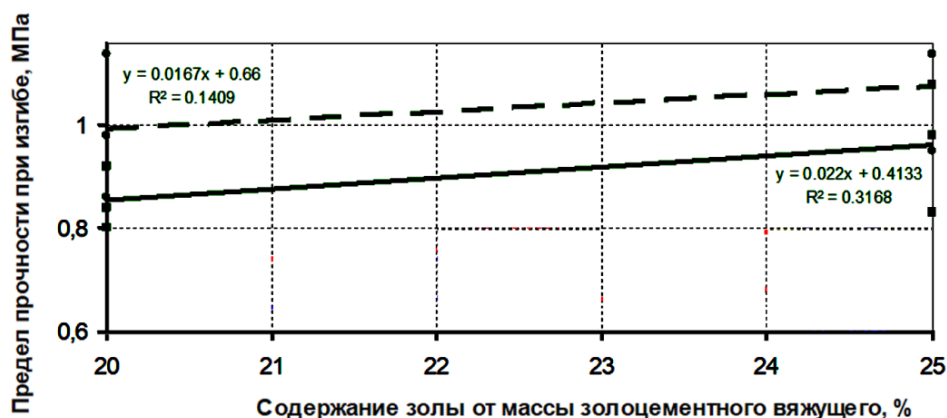
$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F} \quad (1)$$

где P - разрушающая нагрузка, кг; F - первоначальная площадь основания образца, см^2 .

Предел прочности на растяжение при изгибе определяли с учетом пересчета предела прочности на растяжение при расколе, в соответствии с формулой:

$$R_{\text{р.и.}} = \frac{2R_{\text{раск}}}{K} \quad 2)$$

где $R_{\text{раск}}$ — предел прочности на растяжение при раскалывании, МПа; $K = 0,8 — 1,2$ — коэффициент, уточняемый при подборе состава на конкретных материалах и зависящий от технических характеристик применяемых материалов и грунтов[3].

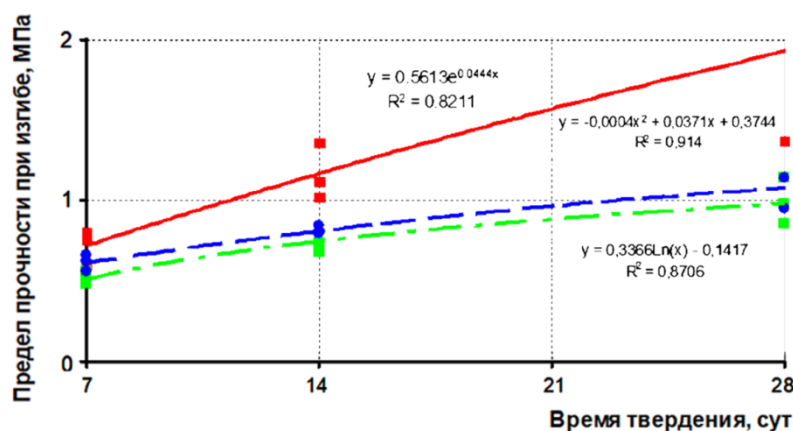


- Изменение прочности на растяжение при изгибе щебеночно-песчаных образцов без полиминеральной добавки
- - Изменение прочности на растяжение при изгибе щебеночно-песчаных образцов с полиминеральной добавкой

Рисунок 1 - Изменения предела прочности на растяжение при изгибе щебеночно-песчаной смеси в зависимости от содержания золы в золоцементном вяжущем в возрасте 28 суток.

По приведённому графику (рисунок 1) видно, что при увеличении содержания золы в золоцементном вяжущем предел прочности на растяжение при изгибе возрастает в среднем в 1,13 раза. Максимальное значение получено при испытании 28-суточного образца с дозировкой золы 25%, - 1,14 МПа[2].

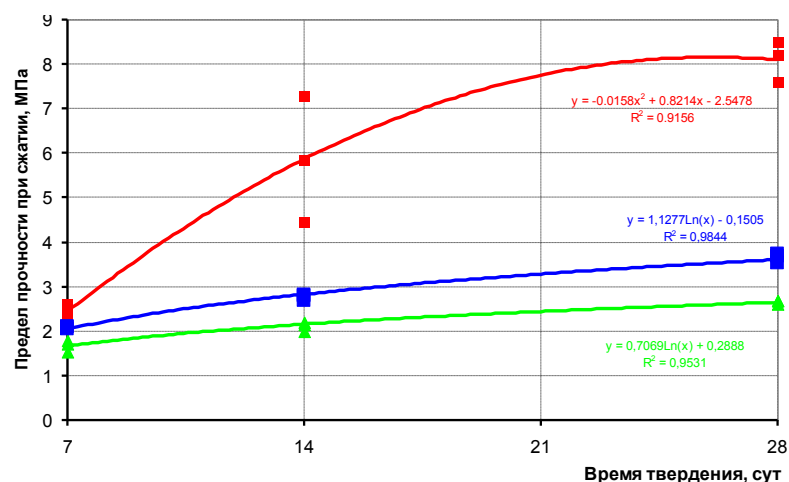
Затем определялось влияние полиминеральной добавки на изменение прочности щебеночно-песчаных образцов при изгибе, с частичной заменой песка на золу с содержанием золы в золоцементном вяжущем 20-25%.



- Изменение прочности при изгибе щебеночно-песчаных образцов при частичной замене песка на золу с использованием полиминеральной добавки;
- - Изменение прочности при изгибе щебеночно-песчаных образцов при содержании золы 25% в золоцементном вяжущем с использованием полиминеральной добавки;
- ... Изменение прочности при изгибе щебеночно-песчаных образцов при содержании золы 20% в золоцементном вяжущем с использованием полиминеральной добавки.

Рисунок 2 - Изменение предела прочности на растяжение при изгибе щебеночно-песчаных образцов при частичной замене песка на золу с использованием полиминеральной добавки

На рисунке 3 приведены графические зависимости изменения предела прочности при сжатии при частичной замене песка на золу с использованием полиминеральной добавки.



- Изменение прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов при частичной замене песка на золу с использованием полиминеральной добавки;
- Изменение прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов при содержании золы 25% в золоцементном вяжущем с использованием полиминеральной добавки;
- Изменение прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов при содержании золы 20% в золоцементном вяжущем с использованием полиминеральной добавки;

Рисунок 3 - Изменение предела прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов при частичной замене песка на золу с использованием полиминеральной добавки

Анализ графика свидетельствует о повышении предела прочности при сжатии щебеночно-песчаных образцов при частичной замене песка на золу с использованием полиминеральной добавки. Так предел прочности при сжатии образцов в возрасте 7..28 суток выше на 1,17...2,23 раза по сравнению с образцами с содержанием золы 25% в золоцементном вяжущем, а по сравнению с образцами с содержанием золы 20% в золоцементном вяжущем предел прочности при сжатии возрастает в 1,45...3,05 раза, что свидетельствует об эффективности частичной замены песка на золу с использованием полиминеральной добавки.

В результате проделанной работы было выявлено положительное влияние полиминеральных добавок и частичной замены песка на золу с использованием полиминеральных добавок, на физико-механические показатели щебеночно-песчаной смеси, укрепленной золоцементном вяжущим, повышаются такие показатели как предел прочности при сжатии в 2,23 раза по сравнению с укрепленными щебеночно-песчаными смесями с содержанием золы 25% в золоцементном вяжущем (Таблица 2), и на растяжение при изгибе в 1,78 раза (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнение прочности образцов на растяжение при изгибе в зависимости от процентного содержания золы в золоцементном вяжущем

Процентное содержание золы	Увеличение предела прочности на растяжение при изгибе (раз)
25%	в 1,18..1,78
20%	в 1,35..1,94

Таблица 2. Сравнение предела прочности при сжатии образцов с частичной заменой песка на золу в возрасте 7...28 суток

Процентное содержание золы	Увеличение предела прочности сжатие (раз)
25%	в 1,17..2,23
20%	в 1,45..3,05

Список литературы

1. ОДМ 218.2.031-2013 Методические рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве;
2. ГОСТ 23558—94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. М.: Госстрой России, 1995;
3. ВСН 158-69 Технические указания по комплексным методам укрепления грунтов цементом с применением добавок химических веществ при устройстве дорожных и аэродромных оснований и покрытий. / Минтрансстрой СССР – М.: 1969.

ПРИМЕНЕНИЕ ВСПЕНЕНОГО БИТУМА В ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА

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

Холодный ресайклинг – это технология повторного использования, находящегося в дороге, состарившегося и разрушенного материала дорожной одежды для устройства новых слоев. Ресайклер, способен фрезерным барабаном измельчить материал дорожной одежды на глубину до 30 см с одновременной его обработкой вяжущими и с распределением ровным слоем нового покрытия. Для восстановления покрытия необходимо его укрепление органическими и минеральными добавками, одной из которых является вспененный битум.

Вспененный битум представляет собой пленочную дисперсную систему, образованную множеством пузырьков воздуха, разделенных тонкими пленками вяжущего. Вспенивание осуществляется путем введения в горячий битум водяного пара или воды [1]. Такой битум имеет повышенную поверхностную активность, меньшую условную вязкость и большую удельную поверхность. Битумная пена хорошо прилипает ко всем видам минеральных материалов, обеспечивает обволакивание самой мелкой составляющей асфальтобетона - минерального порошка, что способствует повышению качества асфальтобетона.

Использование вспененного битума имеет ряд преимуществ основными из которых являются: улучшая уплотняемость асфальтобетонной смеси за счет временного понижения вязкости битума; уменьшение затрат на укладку за счет лучшей уплотняемости асфальтобетонной смеси и как следствие уменьшения количества проходов катка для получения необходимой степени уплотнения; возможность использования высокого процентного содержания регенерированного асфальта; возможность укладки при более низких температурах, увеличение рабочего сезона; низкая стоимость материала, для вспенивания пригодны вязкие битумы без добавок[2].

Вышеперечисленное позволяет рассматривать асфальтобетон на вспененном битуме, как наиболее экономичный и ресурсосберегающий способ производства теплых асфальтобетонных смесей для строительства и ремонта асфальтобетонных покрытий.

Например, при приготовлении смесей из БНД 90/130, имеющего следующие характеристики: глубину проникания иглы при 25°C 108; температуру размягчения 47°C; растяжимость 90 см; температуру хрупкости - 15°C, эффект вспенивания достигается при использовании водяного пара с температурой ПО 130°C и содержанием воды 3-4%. Наблюдается 13-15-кратное увеличение объема битума. Получаемая пена достаточно устойчива, уменьшение объема наполовину происходит в течение 1,0-1,5 мин, а полный распад лишь через 2,2-3,0 мин[3].

Жизнеспособность битумной пены вполне достаточной для полного перемешивания минерального материала с вяжущим.

Данные результаты показывают, что предварительное вспенивание битума существенно повышает его адгезионные свойства и облегчает перемешивание с минеральным материалом. В результате этого без снижения качества асфальтобетонных смесей расход битума может быть уменьшен на 10-15% от вяжущего, а время перемешивания сокращено на 20-25%.

Список литературы:

1. Wirtgen Технология холодного ресайклинга /Wirtgen GmbH // Germany 1-е издание, 2012 г;
2. Технология холодного ресайклинга [Электронный ресурс], - <https://os1.ru/article/6963-tehnika-dlya-holodnogo-resayklinga> - статья в интернете.
- 3.«Производство вспененного битума» [Электронный ресурс], - https://knowledge.allbest.ru/construction/2c0b65635a3ad69a5d43a88521306c26_0.html - статья в интернете.

ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО УКРЕПЛЕНИЯ ОТКОСОВ МАТРАЦАМИ «РЕНО»

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

Для исключения размыва откосы подходной насыпи укрепляются матрацами «Рено». В качестве материала для изготовления каркаса применяется стальная проволока, покрытая слоем оцинковки и ПВХ. При изготовлении согласно ГОСТ Р 52132-2003 применяется металлическая сетка двойного кручения с шестиугольными ячейками. Двойное кручение сетки обеспечивает прочность и равномерность распределения нагрузок. Типовые размеры матраца Рено: ширина - от 3 до 6 м (3, 4, 5, 6), высота - 0,17; 0,23; 0,3 м.[1]

Задачами проведенного исследования являются:

- изучение конструктивных особенностей;
- преимущества матрацев «Рено»;
- отличие габионов и Матрацев «Рено»;
- изучение эксплуатации габионного сооружения на конусах моста.

Конструктивные особенности.

Главной конструктивной особенностью матраца Рено является его увеличенные габариты в сравнении с обычным габионом. Эта конструкция может служить основанием для габионов, но самостоятельно для строительства высоких сооружений не применяется. Благодаря прочности и большой площади поверхности матрац Рено хорошо зарекомендовал себя в укреплении насыпей и дна водоёмов.

Наполнение матраца Рено варьируется в зависимости от конкретной задачи. Главное требование к каменному наполнению — камни должны превосходить размеры ячейки сетки. Для наполнения применяются речная или морская галька, гранитный щебень, ракушечник, горные породы.

Благодаря своей конструктивной гибкости габионная конструкция гармонично вписывается в ландшафт любой местности. Система габионов способна выдерживать большие нагрузки и хорошо противостоит оползням и селям.[1]

Рассмотрим основные преимущества применения матрацев Рено.

Цена. Стоимость материалов способствует хорошей конкуренции аналогичной продукции.

Производить монтаж достаточно легко. С этим процессом справится даже новичок при правильной подготовке и с определенным багажом знаний. В целом монтаж не трудоёмок.

Срок службы. У матрацев Рено и габионов неограниченный срок службы, что делает эти материалы востребованными на рынке.

Возможность восстановить природный ландшафт.

Экологичность. Материалы изготавливаются и применяются исключительно из экологических составляющих, что позволяет применять габионы и матрацы Рено без нанесения вреда природе.

Высокий уровень химико-биологической стойкости. Габионы и матрацы Рено выдерживают различные факторы. Поэтому их успешно можно применять даже на территории, где высокий уровень загрязнения биологическими и химическими веществами.

Эргономичность.

Высокая переменная разрывная нагрузка (до 5300 кг/м).

Применения в абсолютно любых климатических условиях. Это качество позволяет применять материалы даже в самых суровых условиях.

Стойкость к проявлению активных эрозийных процессов.

Водопроницаемость и при этом хорошие дренажные свойства.[2]

Технические свойства конструкций идентичны по составу и техническим свойствам. Основное отличие – формы.

Габионы – объемные массивы, внешне похожи на клетку.

Матрацы Рено – занимают большую площадь поверхности, высота небольшая. Конструкции плоскостные.

Габионы и Матрацы Рено решают разные лёгкие и сложные задачи, среди которых защита склонов и от гидростатических нагрузок. Ландшафтное строительство, предотвращение усадки фундамента, восстановление экологии и многое другое. Это инженерное решение природоохранных задач позволит создать равновесие в экологической среде.[2]

Список используемых источников.

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86_%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D0%BE
2. <https://pechatnick.com/articles/gabioni-i-matraci-reno-preimyshestva-i-otlichiya>
3. <http://www.re-con.ru/stati-i-dokumentatsiya/stati/pochemu-gabiony-luchshe-chem-monolitnyy-zhelezobetон-pri-ukreplenii-konusov-mostov>

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Милькина С.В. – студент магистр, Меренцова Г.С. – к.т.н., зав. кафедры

В дорожном строительстве часто сталкиваются с проблемой качественного и в то же время быстрого по выполнению ремонта дорог. Прогресс не стоит на месте, а вместе с ним, все чаще выпускаются новые технологические решения, зарекомендовавшие себя не только за рубежом, но и на практике в разных регионах страны. Одним из таких решений при ремонтах, капитальных ремонтах и реконструкциях является технология холодного ресайклинга.

Выполнение работ по технологии холодного ресайклинга заключается в том, что с помощью специальной машины ресайклера, производится фрезерование, измельчение и переработка старого покрытия с органическими или минеральными смесями и затем, из полученной смеси укладывается новое дорожное основание, после чего осуществляется «перекрытие» асфальтобетоном в качестве слоя покрытия.

Этим достигается значительная экономия материала. Кроме того, нет необходимости утилизировать старое покрытие (оно становится компонентом дорожного основания), иными словами, холодный ресайклинг значительно снижает экологическую нагрузку на окружающую среду. При этом, ремонт дорог с применением технологии холодного ресайклинга обходится в 3 раза дешевле капитального ремонта за счет экономии на дорожно-

строительных материалах, энергоресурсах, кроме того при регенерации вышеописанным методом не требуется строительство обьездной дороги, движение осуществляется реверсивно. С учетом опыта выявлено что при данной технологии, в 2 раза меньше расходуется денежных средств, направляемых на ремонт дороги, а также в несколько раз сокращается число техники и рабочих на объекте. Данная технология также является наименее вредной для окружающей среды и в период строительства.

С течением времени все интенсивнее в Алтайском крае происходит внедрение способа ремонта и восстановления дорожных одежд нежесткого типа методом холодного ресайклинга. На начало 2018 года в Алтайском крае числилось 3 ресайклера и к каждому из них подобран машиноотряд, также планируется закупка еще нескольких единиц данной техники. С каждым годом применение технологии холодного ресайклинга в крае, будет набирать темпы, и модернизироваться, будут применяться другие методы и применение органических вяжущих, также будет рассматриваться применение ресайклеров при реконструкциях автомобильных дорог а также при строительстве.

Данная технология имеет множество преимуществ - на такое покрытие дается гарантия 6 лет; устройство перекрытия «свежим» асфальтобетоном допускается через три дня после переработки и уплотнения срезанного покрытия; экономия времени затраченного на ремонт, экономии финансов и лучшее качество полученного слоя.

На собственном опыте специалисты в Алтайском крае убедились в успешности применения технологии холодного ресайклинга. В связи с этим появилась необходимость обобщения и анализа использования ресайклеров, составления общих технологических схем учитывающих климатические особенности, особенности материалов используемых в Алтайском крае и особенности подбора состава в лаборатории. В крае применяют только один метод регенерации, с использованием неорганического вяжущего – цемента, данным методом в 2017 году было отремонтировано и подвержено реконструкции несколько протяженных участков дорог. Также с помощью техники ресайклера возможно использование в качестве вяжущих смеси цемента с эмульсией и вспененного битума, в Алтайском крае эти методы до настоящего времени не использовались, но они являются актуальными и в ближайшее время станут перспективными и рассматриваемыми для использования.

Метод смешения цемента и битумной эмульсии заключается в подаче системе ресайклинга как битумной эмульсии, так и цементно-водной суспензии, которые при перемешивании дают новый слой дорожного основания с наилучшими прочностными характеристиками.

Метод с применением вспененного битума заключается в применении битума с пенетрацией в пределах от 60 до 200, разогретого до температуры выше 160 градусов, подаваемого под давлением и одновременно с водой. При соприкосновении горячего битума с водой на воздухе происходит реакция заключения воздуха в битумно-водную пленку (проще говоря, образуется битумная пена) которая менее тонким слоем распределяется при перемешивании и не образует скоплений (комочков). Данный метод весьма актуален, так как при применении данного метода можно регенерировать не только слои дорожной одежды в слои основания, но и слои дорожной одежды в слои дорожной одежды.

При выполнении всех вышеперечисленных работ требуется соблюдать ряд условий имеющих влияние на конечный результат. К таким условиям относят то, как хорошо фреза промешала смесь, то, как качественно ее укатали: при хорошей укатке между частицами материала создается контакт и уменьшаются пустоты, от этого зависит качество полученного материала. Следует обратить внимание и на процесс твердения полученного материала: материал полученный с использованием цемента, подвержен процессу гидратации, материал регенерируемый с использованием органических вяжущих твердеет за счет испарения влаги. Соответственно период твердения по времени различен.

Вышеописанные методы имеют массу преимуществ, но при этом, как и при устройстве дорожного покрытия по традиционной технологии имеются такие недостатки как

образование сезонных и усадочных трещин (особенно при климатических условиях Алтайского края); при использовании цемента - увеличивается жесткость дорожных одежд; запрет раннего открытия по построенной полосе движения особенно для тяжелых транспортных средств.

Применение такой новой технологии, как ресайклинг, в Алтайском крае подтвердило эффективность и экономическую обоснованность при ремонте дорог. Те методы, которые не применяют в крае, подвержены изучению и в ближайшее время будут внедряться путем постройки экспериментальных участков.

Список литературы

1. <http://www.ap22.ru/paper/V-Altayskom-krae-dorogi-remontiruyut-metodom-holodnogo-resayklinga.html>
2. http://www.altairegion22.ru/region_news/dorozhniki-altaiskogo-kрая-osvaivayut-ekonomichnuyu-i-bezopasnuyu-tehnologiyu-holodnyi-resaykling_447992.html
3. http://dorinfo.ru/star_detail.php?ELEMENT_ID=45243
4. <http://www.doc22.ru/information/2009-01-13-08-16-47/7286>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Новохацкий Е.В. – студент, Медведев Н.В. – ассистент

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

Алтайский край — аграрный и сельскохозяйственный край. Крупнейший производитель зерна на территории всей России, лидер по развитию производства сельскохозяйственной продукции. Поэтому для помощи в развитии экономики Алтайского края, стоит резкий вопрос в улучшении качества автомобильных дорог относящихся к сельской местности. А именно применение в строительстве, ремонте и реконструкции дорог новых технологий и материалов.

В сельской местности органоминеральную смесь применяют для устройства покрытия. Смесь получают путем смешения щебня, гравия, песка, их смесей, минерального порошка с органическими вяжущими. Смешение может происходить как на дороге, так и в смесительных установках.

Свойства, которыми должны обладать органоминеральные смеси:

- набухание и водонасыщение материала не должны превышать установленные для данной смеси пределы;

- иметь достаточные для эксплуатации покрытия прочности при нормальной, повышенной или пониженной температурах, в зависимости от условий эксплуатации материала;

- иметь хорошую водостойкость, которая характеризуется соотношением прочностей при температуре 20°С сухих и водонасыщенных образцов.

Требования к материалам органоминеральной смеси могут быть разными, в зависимости от того, в каком конструктивном слое дорожной одежды ее используют. В защитных слоях, основным требованием будет водонепроницаемость слоя, а для поверхностного слоя основными требованиями будет — шероховатость и износостойкость.

Водонепроницаемость и водостойкость материала напрямую зависят от количества и качества вяжущего в смеси. Чем больше в смеси будет органического вяжущего, тем более водостойким и менее водонепроницаемым будет материал. Но большое количество вяжущего приведет к падению прочностных характеристик материала и уменьшению его теплоустойчивости.

Смеси разделяются на 3 вида:

- содержащие в своем составе воду;

- не содержащие в своем составе воду;

-цветные.

Не содержащие воду смеси, обычно готовятся на жидких или разжиженных органических вяжущих.

Содержащие воду смеси, подразделяются на две группы: большую группу эмульсионно-минеральных материалов (ЭМС) и смеси на увлажненных минеральных материалах. В первой группе необходимой составной частью вяжущего является вода и составляет 50 процентов от массы всего вяжущего, а во второй группе вода в малом количестве используется для увлажнения минеральных материалов.

Цветные смеси применяют:

-для улучшения обеспечения безопасности движения и обозначения направлений движения;

-для улучшения эстетического восприятия объектов в местах отдыха, в экологических зонах:

-на дорогах с высокой интенсивностью и скоростью движения и на взлетно-посадочных полосах аэродромов для предотвращения выездов за пределы полосы движения.

В последнее время, все больше насущной становится проблема содержания и продления срока службы автомобильных дорог. А условия эксплуатации требуют устройства слоев с повышенной шероховатости. Выделяемые деньги государством не позволяют устраивать дорогостоящие асфальтобетонные слои большой толщины. Поэтому большое внимание уделяется тонким и сверхтонким слоям покрытия из различных органоминеральных материалов как на основе вязких и жидких битумов, битумных эмульсий, так и с применением других органических вяжущих - гудронов, смол, тяжелых нефтей и т.п. Эти слои обеспечивают увеличение срока службы дорожной одежды без проведения капитального ремонта и улучшение эксплуатационных характеристик покрытия с учетом изменяющихся условий движения.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Вернигора В.С. – студент, Пучкин В.А.. старший преподаватель

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

Перед началом работ по сооружению земляного полотна необходимо проверить соответствие принятых в проекте и фактических показателей состава и состояние грунтов в карьерах, резервах, выемках.

При входном контроле проверяют верность определения объемов резервов с учетом фактической ситуации в плане, так же определяют состав грунта по влажности, наличию крупных включений и наименованию вида и разновидности.

При проверке резервов производится бурение либо шурфование с отбором проб. Количество скважин или шурфов, устанавливают в зависимости от сложности геологического разреза, но при этом их не должно быть меньше двух на один километр притрассовых резервов, либо каждые десять тысяч м³ сосредоточенных резервов - карьеров, выемок. При этом глубина отбора проб не должна быть менее проектной глубины разработки. Во время взятия проб в однородных грунтах допустимо отбирать одну пробу, при разных или изменении влажности или состава - не менее трех по проектной глубине.

Влажность и состав проб определяют в лабораториях, при этом данные контроля резервов оформляют в виде ведомости.

В процессе разработки резервов проводятся систематические наблюдения за изменением влажности грунтов. Отбор проб на влажность должен проводиться на каждые десять тысяч м³ выемки или карьера с периодичностью один раз в неделю при устойчивой погоде и

ежедневно после дождей с интенсивностью более 5 мм/сутки. Результаты измерения влажности заносятся в общий журнал работ.

При обнаружении расхождений фактических показателей вида грунта, влажности или других характеристик с проектными данными в случаях, если эти расхождения могут оказать влияние на качество сооружения или на технологию производства работ, заказчик обязан внести в рабочую документацию соответствующие изменения.

Настройка технологического процесса уплотнения грунтов осуществляется методом пробного уплотнения. Результаты фиксируются в журнале.

Операционный контроль.

К постоянно контролируемым показателям относятся: правильность осевой линии поверхности земляного полотна в плане и профиле, плотность естественного основания, однородность грунта в слоях насыпи, плотность грунта в слоях насыпи, ровность поверхности, соблюдение поперечных уклонов, ширина земляного полотна, крутизна откосов, возвышение насыпи на величину осадки, правильность выполнения водоотводных и дренажных сооружений, укрепления откосов.

В особых условиях, в индивидуальном проекте, могут быть предусмотрены специальные виды работ, которые также подлежат постоянному контролю с фиксацией возможных изменений.

Правильность размещения земляного полотна в плане и профиле обеспечивается полнотой и точностью разбивочных работ, выполняемых по знакам выноски проекта на местность и реперам.

Однородность грунта в слоях насыпи по составу и влажности контролируется на операциях разработки и перемещения. Контроль осуществляется визуально по цвету, структуре, липкости. В необходимых случаях - применение экспресс методов.

Качество уплотнения грунтов контролируется при устройстве насыпи и оснований под дорожные конструкции в выемке, нулевых местах, и в других случаях, предусмотренных проектом.

Измерение плотности проводится не реже одного раза в рабочую смену, при объёме отсыпки до 1000 м³ в смену, на каждую следующую тысячу добавляют 1-2 проверки.

Качество грунта уложенного в насыпь : отклонение от оптимальной влажности : для связных грунтов $\pm 10\%$, для несвязных $\pm 20\%$.

При проверке коэффициента уплотнения используют отбором проб по оси дороги и на расстоянии полтора-два метра от бровки земляного полотна, а также по одной пробе в промежутках между ними при ширине отсыпаемого слоя более 20 метров. При высоте насыпи менее трех метров пробы отбирают через 200 метров и через каждые 50 метров при высоте насыпи выше трех метров.

Дополнительный контроль плотности производится в каждом слое насыпи над трубами в конусах и местах сопряжения с мостами, при засыпке котлованов и траншей. Контроль плотности следует производить на глубине около 8-10 см от поверхности уплотняемого слоя.

На каждом контрольном поперечнике должны быть определены вид грунта и соответствие фактической толщины уплотняемого слоя толщине определенной в ППР.

Уплотнение грунтов считается качественным, когда у 90% испытанных образцы коэффициент не ниже заданного. При оценке “отлично” остальные 10% образцов имеют отклонение не более 0.02 г/см², при оценке “хорошо” 5% имеют такое же отклонение, при оценке “удовлетворительно” 10 % имеют отклонение не более 0.04 г/см²

Для контроля качества уплотнения грунта для глинистых и песчаных грунтов чаще всего используется метод режущего кольца (ГОСТ 5182-78). При наличии в грунте более 15 % частиц крупнее 2 мм, а также при возведении насыпей из каменных материалов контроль за уплотнением грунта целесообразно осуществлять методом лунки.

Разница между коэффициентами уплотнения в поперечном сечении земляного полотна не должна превышать 0.02

Высотные отметки продольного профиля зем. полотна могут различаться на ± 5 см, сужение земляного полотна между осью и бровкой до 10 см, увеличение крутизны откосов $\pm 10\%$, глубина кюветов ± 5 см.

Поверхность каждого слоя земляного полотна должна быть спланирована во избежание избыточного увлажнения при осадках. Ровность поверхности определяется визуально, исходя из местных требований обеспечения поверхностного стока.

При разработке грунтов необходимо следить за тем чтобы дно и откосы резервов и выемок имели уклоны обеспечивающие сток воды от земляного полотна и рабочего забоя с обязательным выпуском её к ближайшему искусственному сооружению или в сторону от дороги. Если дно резерва имеет значительный продольный уклон, во избежание размыва следить за тем, чтобы резерв был разделен на участки с допустимыми для данных грунтов уклонами.

Особое внимание следует уделять полноте разработки выемок и возведению насыпей по ширине, начиная с первых слоев. Дополнительная срезка откосов выемки или последующая досыпка откосных частей насыпи, как правило, приводит к тому, что возникают дефекты земляного полотна в первые годы после начала его эксплуатации.

Список литературы

1 <http://helpiks.org/6-83664.html>

2) <http://helpiks.org/6-83675.html>

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ В ЗАДАЧАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Панков И.П. - студент, Бусыгина Г.М. –к.э.н., доцент,
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Большинство строительных конструкций рассчитываются в линейной постановке. Задача строительной механики называется линейной, если

- 1) с ростом нагрузки в k раз, перемещения, деформации, внутренние усилия и реакции опор тоже растут в k раз;
- 2) уравнения, описывающие задачу, являются линейными;
- 3) перемещения считаются незначительными и на решение не влияют;
- 4) справедлив принцип суперпозиции: решение задачи, вызванное суммой воздействий, равно сумме решений задач, в каждой из которых эти воздействия приложены отдельно

В **нелинейных** задачах зависимость между параметром **Р** воздействия (нагрузки) и характерным (обобщённым) перемещением **Δ** **НЕ** прямо пропорциональная. Примеры расчетов, в которых возникает нелинейность:

- расчет мачты на оттяжках,
- расчет конструкций с большими перемещениями,
- расчет деформаций в железобетонных конструкциях с учетом образования и раскрытия трещин.

Нарушение линейности в задачах строительной механики может быть вызвано следующими причинами:

- физическая нелинейность,
- геометрическая нелинейность,
- конструктивная нелинейность,
- генетическая нелинейность.

В геометрически нелинейных задачах отсутствует линейная зависимость между деформациями и перемещениями и возникает нелинейность зависимости **Р – Δ**, обусловленная **большими перемещениями и/или значительным формоизменением системы**, т.е. перемещения стержневой системы уже не могут считаться пренебрежимо малыми по сравнению с размерами сооружения. Сущность геометрической нелинейности –

непропорциональность деформаций и перемещений из-за больших перемещений при малых деформациях. В геометрически линейных задачах уравнения записывают для недеформированного состояния системы без учета перемещений, возникших в результате действия нагрузки. В нелинейных задачах уравнения записываются для деформированного состояния системы

В ПК SCAD реализован расчет конструкций с учетом геометрической и конструктивной нелинейности, а так же генетической нелинейности с использованием модуля «Монтаж». Для это предусмотрены 2 специальных нелинейных элемента: односторонняя связь (КЭ 351) и вантовый элемент (КЭ 308), кроме того, есть возможность преобразовать любой линейный конечный элемент в нелинейный - при этом к номеру типа КЭ добавляется 300, например, КЭ 5 преобразуется в КЭ 305.

После создания расчетной схемы с нелинейными КЭ необходимо сформировать нелинейные нагрузки. Это связано со способом решения системы нелинейных уравнений, принятом в SCAD. Нелинейные расчеты выполняются с применением шагового метода, идея которого основана на отслеживании поведения системы при относительно малых приращениях нагрузки. При этом на каждом шаге решается линеаризованная система разрешающих уравнений для текущего приращения вектора узловых нагрузок, сформированного для рассматриваемого нагружения. Расчет ориентирован на решение нелинейных задач в нескольких модификациях шагового метода:

- простой шаговый метод - решает линеаризованную задачу на каждом шаге;
- шаговый с уточнениями (невязками);
- шагово-итерационный.

Ввод данных для моделирования нелинейных нагрузок осуществляется в разделе «Расчетная схема» - «Моделирование нелинейных нагрузок». В общем случае, для нелинейных расчетов принцип суперпозиции не соблюдается (усилие от суммы нагрузок не равно сумме усилий от каждой нагрузки), однако, выполнять конструктивные расчеты по результатам нелинейного расчета все-таки необходимо. Для того, чтобы обеспечить эту возможность, в SCAD добавлена функция формирования РСУ по результатам нелинейного расчета.

После задания нелинейных элементов и моделирования нелинейных нагрузок выполняется из дерева проектов **«Нелинейный расчет»**. В протоколе расчета можно отследить последовательность его выполнения по шагам и итерациям. Анализ результатов расчета выполняется так же, как и для линейного расчета. В графическом анализе в списке загружений находится только сохраненные нелинейные загрузки. Ниже приведен пример расчета с геометрической нелинейностью.

Требуется рассчитать усилия в элементах конструкции, представляющей из себя две трубы, жестко закрепленные в фундаменте и натянутый между трубами стальной канат. В центре каната стоит канатоходец (расчетная нагрузка 1.4 кН).

Расстояние между трубами (пролет конструкции) 6м, высота труб 3м. Сечение труб 273х6 (трубы по ГОСТ 10704-91), в качестве каната рассматривается арматурный стержень класса А-I диаметром 32мм. Соединение каната с трубами – шарнирное. Общий вид схемы приведен на рисунке 1. Канат разбит на 6 элементов. Задано 2 загрузки: «Собственный вес» и «Человек», сформирована комбинация нагрузок из обоих загружений с коэффициентами 1.

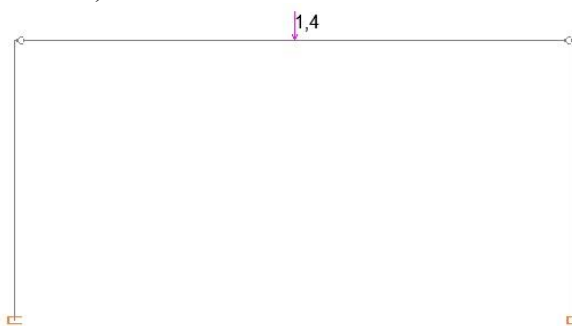
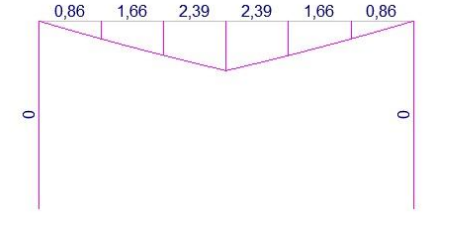
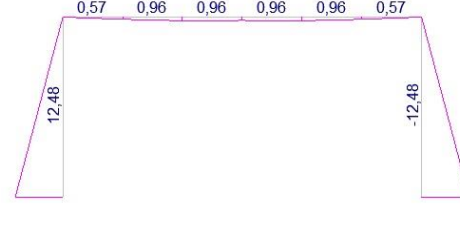
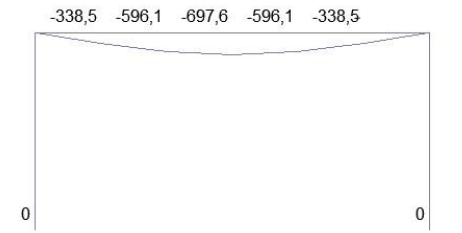
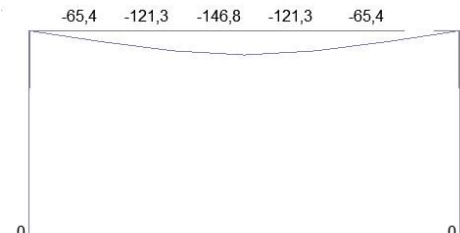


Рисунок 1 Расчетная схема

Очевидно, что в реальной жизни при приложении нагрузки от веса человека канат будет прогибаться и натягиваться, стремясь изогнуть колонны. Ниже приводятся результаты решения данной задачи в линейной и нелинейной постановках.

Вид результата	В линейной постановке	В нелинейной постановке
Продольная сила N, кН		
Изгибающий момент Mu, кН*м		
Перемещения по Z, мм		

При решении задачи в линейной постановке никакого растяжения в канате и момента в колоннах не возникает. Канат рассчитывается как изгибаемый элемент и получает прогиб в 697 мм, т.к. его жесткость явно недостаточна на изгиб. Это происходит потому, что в линейной постановке не отслеживается история деформаций каната и изменения усилий в нем.

При решении задачи в нелинейной постановке все встает на свои места. Канат растягивается с силой $N=4.16\text{кН}$ и прогибается всего на 147мм, при этом, изгибающий момент в колоннах составляет $4.16\text{кН} \times 3\text{м} = 12.48\text{кНм}$.

Список литература

- 1 Расчетные модели сооружений и возможность их анализа/ А.В. Перельмутер, В.И.Сливкер. - М.: изд-во «Скад Софт», 2011. – 736 с.
- 2 SCAD Office. Версия 21. Вычислительный комплекс SCAD++ /В.С.Карпиловский и др. – М.: изд-во «Скад Софт», 2015. – 848 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ АВАРИЙНЫХ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Фадеев А.А. - студент, Михаилиди И.М. – к.т.н., доцент.

Алтайский Государственный Технический университет им. Ползунова, г. Барнаул

Одной из важнейших проблем не только для Российской Федерации, но и других стран, является безопасность дорожного движения. Ежегодно аварийные ситуации на дороге уносят жизни миллионов трудоспособных людей, вызывают травмы различной степени тяжести и наносят непоправимый вред экономике.

По прогнозам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) 2030 году смертность на дорогах переместится с 9-го места на 5-е в списке причин смерти и увеличения численности нетрудоспособного населения, обогнав туберкулез и ВИЧ инфекции.[1]

В связи с этим период с 2011 по 2020 год Организацией Объединенных Наций (ООН) было принято решение об объявлении «Десятилетия действий». Данный проект призван

стабилизировать, а затем и минимизировать прогнозируемый уровень смертности в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП).[2]

Актуальность проблемы повышения безопасности дорожного движения важна и для Алтайского края, так как эффективное функционирование и устойчивое развитие сети автомобильных дорог являются необходимыми условиями экономического роста и улучшения благосостояния населения. Ситуация здесь осложняется еще тем, что с каждым годом повышается автомобилизация населения, что в свою очередь повышает и среднесуточную интенсивность движения и, в результате, ведет к необходимости разработки и внедрения современных систем мониторинга и мероприятий по повышению технического оснащения автомобильных дорог.

Было бы неправильным, не отметить положительную тенденцию снижения количества дорожно-транспортных происшествий. По данным Отдела Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ОГИБДД) Алтайского края количество дорожно-транспортных происшествий за период с 2016 по 2017 г.г. уменьшилось на 3,2% (с 3206 по 3102), число раненых на 2,9% (с 4061 до 3944). Однако увеличилось число погибших в них людей на 15,2% (с 257 до 296). Тяжесть последствий ДТП увеличилась с 6,0 до 7,0.

Мировой опыт показывает, что в момент кризисных ситуаций, особенно в сферах, касающихся опасных видов деятельности, все существующие методы управления и технологические решения квалифицируются как непригодные и подлежащие замене на инновационные методы, которые способны обеспечить принципиальные изменения.

Одним из актуальных методов является внедрение геоинформационных систем (ГИС) в управление процессами эксплуатации автомобильных дорог. Изначально ГИС в дорожной отрасли использовались для создания и актуализации цифровых карт, а также получения твердых копий карт и картосхем автомобильных дорог. В многих ГИС поддерживается система линейных координат, принятая в дорожной отрасли, а также создание системы калиброванных, т.е. выверенных маршрутов. Процесс формирования точечного или линейного слоя карты из таблицы линейных, географических или декартовых координат происходит методом вычисления положения событий на карте. Процесс динамической сегментации — это средство, позволяющее связать множество наборов атрибутов с любой частью линейного пространственного объекта. Обновление пространственной информации об объектах происходит автоматически при изменении информации в источниках данных в модели пространственных данных. Временные срезы состояния объектов позволяют проследить их динамику, выявить тенденции развития интересующих характеристик, решение аналитических задач и планирование.

Геоинформационными системы позволяют повысить оперативность и обоснованность принимаемых управленческих решений, ставящих целью повышение безопасности дорожного движения, сокращения количества и тяжести последствий ДТП. Так как автомобильная дорога является «живым организмом» с постоянно меняющейся ситуацией, будь то введение в эксплуатацию новых участков или капитальный ремонт, требуется постоянное и своевременное внесение актуальных данных, обеспечивающих высокую точность и контроль информации. Развитые ГИС содержат набор необходимых инструментов для решения задачи формирования единых показателей в сфере обеспечения безопасности дорожного движения, мониторинга аварийности, выполняют аналитические функции (например, анализ мест концентрации ДТП, выявление наиболее проблемных направлений аварийности и др.).

Задачи, которые решает ГИС для управления дорогами, включают:

- ведение паспортов, сведений по диагностике, мониторингу, оценке уровня содержания автомобильных дорог;
- оперативное получение информации о дорогах, мостах и искусственных сооружениях в любой части охватываемой территории;
- отслеживание дефектов, регламентных и ремонтных работ с указанием сроков, результатов контрольных измерений и испытаний;

ОПЕРАТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Кичайкин В.А. - студент, Шумов Н.В.-к.т.н., доцент

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

В настоящее время наблюдается острота проблемы регулирования движения в местах проведения дорожных ремонтных работ в частности на мостовых сооружениях. Это вызвано, с одной стороны, плановыми мероприятиями по ремонту указанных участков, а также в связи с экстремальными ситуациями в крае, вызванными паводковыми явлениями. Как правило при ремонте данных мест перекрывается одна полоса для движения и при этом возникает необходимость оптимального регулирования движения транспортных средств. Реализация этого может быть достигнута применением современных способов и средств регулирования, включая интеллектуальные. Технология производства ремонтных работ предполагает поочередное перекрытие половины ширины проезжей части ремонтируемого участка двух полосной дороги, что резко сокращает пропускную способность. Поэтому проблема оперативной организации таких мест становится весьма актуальной.

При ремонте и реконструкции отдельных участков дороги мостовых сооружений возникает необходимость поочередного пропуска встречных транспортных потоков. Результатом этого является появление очередей, и как следствие, значительные задержка движения. Снижение пропускной способности дороги, уменьшение скорости транспортного потока- не единственные факторы, определяющие сложность дорожных условий рассматриваемых мест проведения ремонтных работ. Кроме этого такие места, как правило, относят к очагам аварийности, характерным видом ДТП которого становится столкновение транспортных средств.

За основу решений по оперативной организации движения подобных «узких мест» принимают методы и средства реверсивного регулирования. Основой расчета является определение продолжительности цикла регулирования, который во многом зависит от параметров встречных транспортных потоков: интенсивности, состава, скорости.

Реализация принципов регулирования с использованием интеллектуальных систем показана на примере оперативной организации движения при осуществлении ремонтных работ моста через реку Клепчиха в Шипуновском районе.

На рисунке 1 приводится фрагмент обустройства рассматриваемого участка дороги.

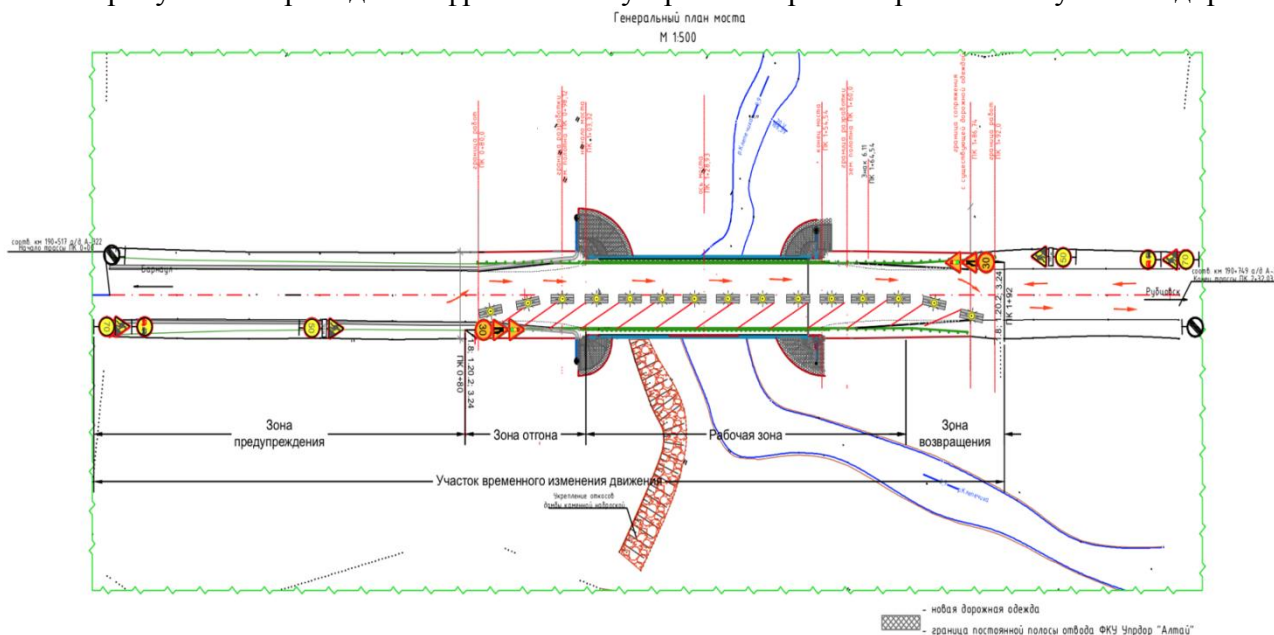


Рисунок 1-Схема организации движения.

Предполагается выделение четырех характерных участков зон дороги:

-зона предупреждения, осуществляется информирование водителей транспортных средств о приближении к опасному участку дороги.

-зона отгона, места маневрирования – переход на полосу встречного движения.

-рабочая зона, колонизированное движение транспортного потока, следование в ограниченном коридоре.

-зона возвращения, переход транспортных средств на смежную полосу движения и восстановление прежнего скоростного режима.

Перечень технических средств включает в себя: временные дорожные знаки - запрещающие (3.20,3.2.4,3.3.1), предупреждающие (1.2.5,1.8,1.20.1,1.20.2), знаки дополнительной информации(8.2.1); постоянную и временную дорожную разметку 1.1, 1.2.2, 11.9; интеллектуальные светофоры ; видеокамеры; солнечные батареи; блок управления, контроллер.

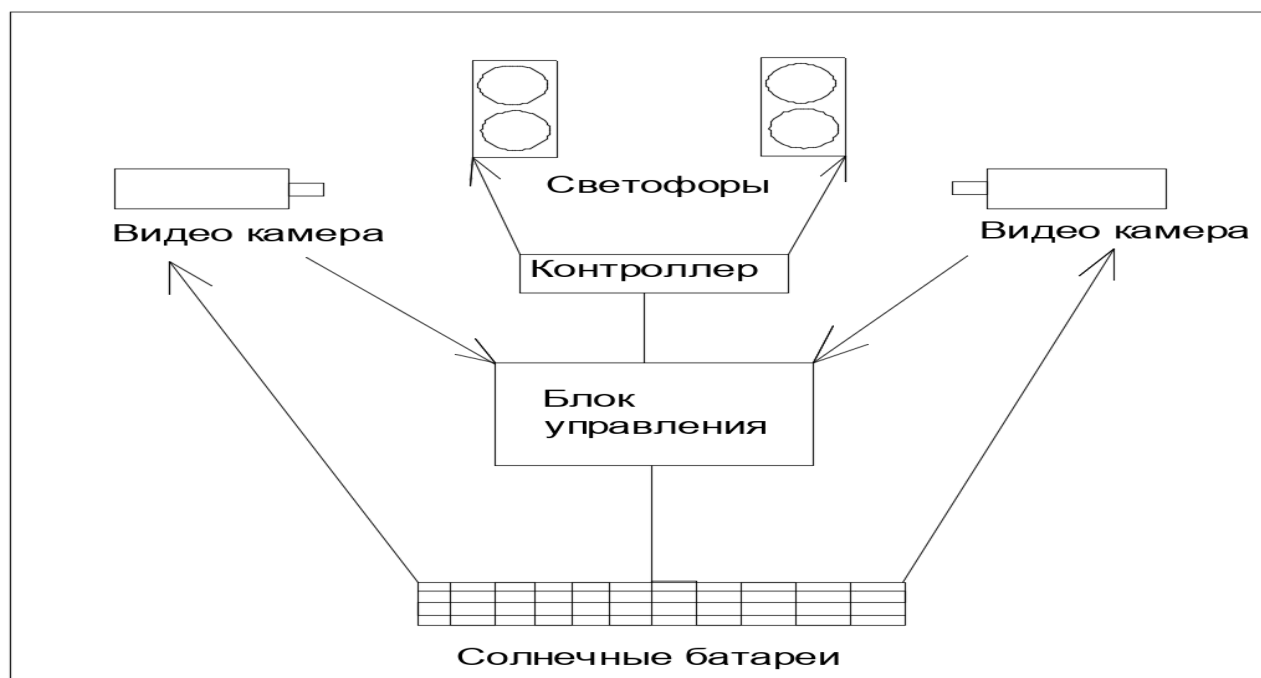


Рисунок 2-Схема управления

Предложенная система позволит производить в автоматическом режиме осуществление гибкого управления транспортными потоками, изменяя в зависимости от дорожных условий режимы светофорного регулирования – продолжительности циклов и тактов.

Введение в эксплуатацию системы с элементами интеллекта дает возможность не только исключить появление заторов, но и снизит задержки на рассматриваемых участках дорог, что влечет за собой сокращение транспортных затрат.

Список литературы

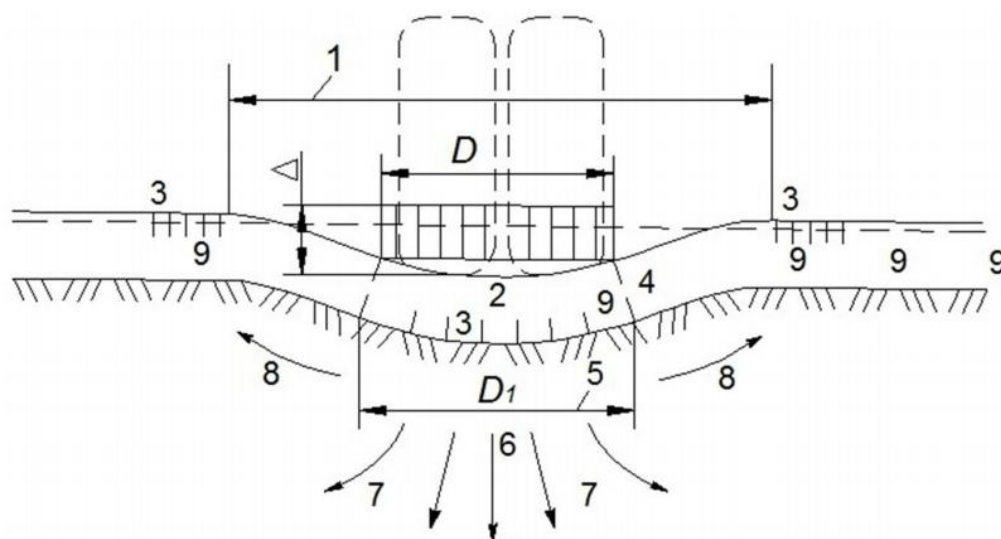
1. Техника и технология транспорт: Научный Интернет журнал-журнал <http://www.transport-kgasu.ru>
2. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / С.В. Жанказиев. – М.: МАДИ, 2016. – 120 с.
3. Исследование алгоритмов светофорного регулирования перекрестка при различных параметрах транспортного потока / И. Е. Агуреев, А. Ю. Кретов, И. Ю. Мацур

ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

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

Статья посвящена обзору методов повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий в условиях Западной сибери. С помощью различных методов увеличивающие прочность и долговечность дорожного покрытия.

Одной из основных проблем в строительстве автомобильных дорог является увеличение прочности асфальтобетонных покрытий. Нынешняя тенденция увеличения количества грузовых автомобилей в транспортном потоке и увеличения скорости движения ведет к сокращению жизненного цикла автомобильных дорог и отрицательно сказывается на их техническом состоянии. Недооценка предполагаемой интенсивности и доли автомобилей большой емкости при проектировании конструкции тротуара в семидесятых годах прошлого века привела теперь к появлению различных деформаций на покрытии и слоях тротуара и, в конечном итоге, приводит к разрушению автомобильных дорог.



1 – чаша прогиба; 2 – зона сжатия; 3 – зона растяжения; 4 – поверхность среза одежды; 5 – площадь передачи давления на грунт; 6 – уплотнение грунта в основании; 7 – направление сжатия грунта; 8 – выпирание грунта; 9 – трещины в одежде; Δ – прогиб дорожной одежды; D – диаметр площади давления на покрытие

Рисунок 1 - Схема формирования чаши прогиба и деформирования нежестких дорожных одежд под колесом автомобиля

Под колесной нагрузкой автомобилей дорожная одежда прогибается, а затем постепенно восстанавливается (рис. 1). Этот прогиб распространяется во все стороны, формируя чашу прогиба радиусом до 3–4 м, которая перемещается по ходу движения автомобиля. Чаши прогиба частично перекрывают друг друга и распространяются всю ширину полосы движения. Поэтому в слоях одежды возникают напряжения сжатия, растяжения, изгиба и сдвига. В зависимости от состояния конструкции дорожной одежды 11 под действием повторных нагрузок в отдельных слоях и в конструкции дорожной одежды в целом могут формироваться как упругие, так и вязко-пластичные деформации.

Одной из основных причин образования отраженных трещин является наличие швов или трещин в нижележащих слоях дорожной конструкции. Кроме того, трещины могут возникать по причине недостаточного сцепления слоев асфальтобетона друг с другом в местах укладки смежных слоев и технологических разрывов. Отраженные трещины формируются прямо над швами или трещинами и растут постепенно снизу вверх. Интервалы между отраженными трещинами равны интервалам между швами или трещинами в основании.

Технологические трещины образуются вследствие нарушения технологии работ при устройстве асфальтобетонных покрытий. Характерными признаками технологических трещин являются их малая глубина распространения и малая ширина раскрытия в начальный период зарождения трещин.

Силовые трещины образуются по основным причинам: недостаточная несущая способность основания или конструкции дорожной одежды в целом, а также неоднородность материалов, залегающих в основании. Силовые трещины развиваются постепенно снизу вверх за счет воздействия нагрузки и накопления остаточных деформаций в массиве асфальтобетона. Силовые трещины могут быть единичными и в виде сетки.

Главной причиной появления температурных трещин на асфальтобетонных покрытиях считается недостаточная прочность на растяжение и малая деформативность асфальтобетона при пониженных температурах. Расстояние между температурными трещинами в начальный момент их образования на покрытии составляет обычно 24–25 м. В дальнейшем, по мере старения вяжущего в асфальтобетоне, интервал между трещинами сокращается до 12 м, и окончательно он обычно составляет около 6 м. Трещины могут располагаться в продольном и поперечном направлениях по отношению к оси дороги. Характерными признаками температурных трещин являются изменение ширины раскрытия трещины в зависимости от изменения температуры окружающего воздуха и слегка искривленный профиль с кромками, расположенными под прямым углом к устью трещины.

Для повышения долговечности, замедления трещинообразования в асфальтобетонных покрытиях и снижения расходов на эксплуатацию и текущий ремонт дорожных покрытий применяются различные методы одним из самых эффективных считается армирование асфальтобетонных покрытий геосетками.

Основные эффекты при применении данной технологии: -геосетки перераспределяют нагрузку от транспортных средств на большую площадь, повышают несущую способность асфальтобетонного покрытия и предотвращают появление различных дефектов на дорожном покрытии; -геосетки принимают на себя растягивающие напряжения и предотвращают появление температурных и отраженных трещин на дорожном асфальтобетонном покрытии.

В качестве армирующей прослойки могут быть использованы геосетки из полиэтилена, полиэфира, поливинилалкоголя и стекловолокна. Все перечисленные геоматериалы имеют значительные различия как по прочностным и деформационным свойствам, так и по особенностям самого сырья.

Применение геосетки не вносит существенных изменений в стандартную технологию укладки асфальтобетона. Конструктивно, для эффективной работы, геосетка должна находиться между слоями асфальтобетона (минимально 2 см снизу и 4 см сверху). После укладки выравнивающего слоя и нанесения подгрунтовки дорожные рабочие, обслуживающие асфальтоукладчик, раскатывают рулоны сетки (в рулоне шириной 2,4 м 50 погонных метров, вес до 40 кг). Совместность работы разных полотен достигается их взаимным перекрытием (10 см в продольном и 20 см в поперечном направлениях). Далее производят укладку верхнего слоя асфальтобетона асфальтоукладчиком. Жёсткость волокон геосетки, позволяет подвозящему асфальтобетонную смесь транспорту маневрировать на ней, не опасаясь деформировать её или намотать на колёса.

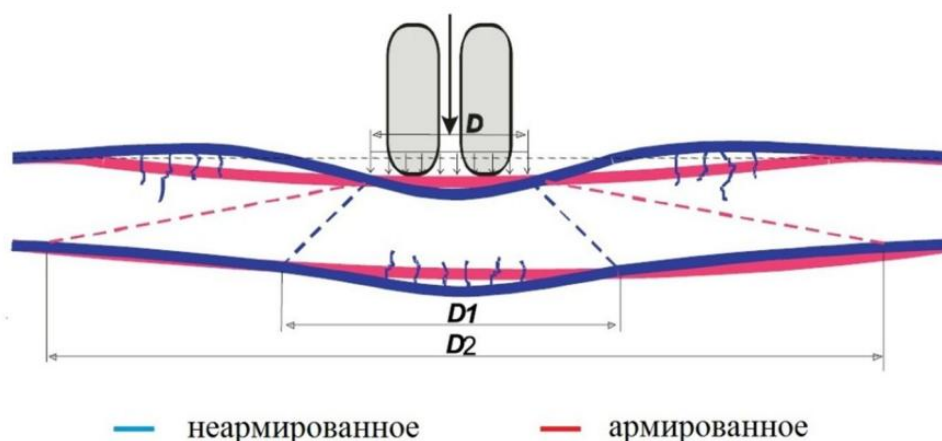


Рисунок 2 - Асфальтобетонное покрытие под колесной нагрузкой

Вывод образование трещин на покрытиях автомобильных дорог приводит к снижению безопасности и комфортности движения, а также наносит значительный ущерб экономике страны. Поэтому актуальность вопросов обеспечения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий не вызывает сомнений. Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий может быть достигнуто при применении различных способов, одним из которых является армирование покрытий геосетками.

Список литературы

1. Нгуен Ван Лонг. Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий путем армирования георешетками во Вьетнаме / Нгуен Ван Лонг // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования : матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. (с межд. участием). – Омск : СиБАДИ, 2012. – Кн. 1. – С. 124–128.
2. Подольский, Вл. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожные покрытия : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Вл. П. Подольский, П. И. Поспелов, А. В. Глагольев, А. В. Смирнов ; под ред. Вл. П. Подольского. – М. : Издат. центр «Академия», 2012. – 304 с.
3. Меренцова Г.С. Повышение трещиностойкости и эксплуатационной надежности асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог: Издат. АлтГТУ Барнаул 2018.
4. Никольский В. Г., Красоткина И. А. Модификатор нового поколения // Автомобильные дороги. – 2010. – № 9. – С. 37–40.

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ Р-256 «ЧУЙСКИЙ ТРАКТ» НА УЧАСТКЕ КМ 575+00 – КМ 580+00

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

В настоящее время большое значение приобретает строительство новых и реконструкция существующих автомобильных дорог в горной местности. Это связано с тем, что в горной местности автомобили (легковые, грузовые, пассажирские и т.д.) являются основным видом

транспорта, им принадлежит ведущая роль в своевременном удовлетворении потребностей современного общества.

Проектируемый участок Федеральной автомобильной дороги Р-256 «Чуйский тракт» км 575+000- км 580+000 расположен в Шебалинском районе Республики Алтай. Республика Алтай, являясь субъектом Российской Федерации, входит в один из крупнейших федеральных округов России – Сибирский. Расположена Республика Алтай в центре Азиатского континента, на юге Западной Сибири, имеет 3 государственные границы с Монголией, с Китаем и с Казахстаном. Кроме государственной границы с вышеназванными государствами, имеет административную границу с Алтайским краем, с Кемеровской областью, с Республикой Хакасия и с Республикой Тыва. Федеральная автомобильная дорога Р-256 «Чуйский тракт» проходит по Новосибирской области, Алтайскому краю и Республике Алтай. Протяжение дороги Р-256 составляет 961 км, в том числе в пределах Республики Алтай 534 км. Автомобильный транспорт для Республики Алтай является основным и играет важную роль для жизнедеятельности всего производственно-хозяйственного механизма и обеспечивает непрерывную связь и торговлю.

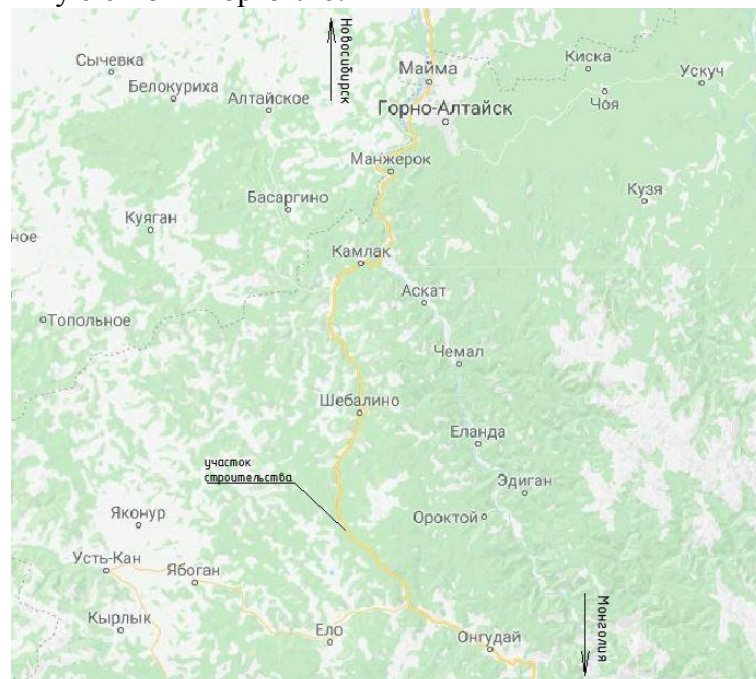


Рисунок 1 – Карта-схема расположения участка строительства

Кроме межрегионального значения предлагаемая трасса имеет большое значение для Республики Алтай: усиление территориальной связанности, повышение транспортного потенциала южных районов Республики и создание единой транспортной системы для формирующихся туристско-рекреационных и курортных зон.

Проблема выхода Республики в соседние государства и регионы, развитие межрегиональных экономических связей, ставит задачу расширения сети дорог. Решение этой задачи является одним из важнейших условий развития экономики Республики Алтай.

Тенденция социально-экономического развития Республики Алтай состоит в адаптации социально-экономической системы преимущественно сельскохозяйственного региона к условиям современной глобальной и высококонкурентной экономики за счет встраивания в ключевые экономические процессы большего масштаба.

Агропромышленный комплекс Республики Алтай является одним из ведущих секторов экономики Республики Алтай. В структуре валового регионального продукта Республики Алтай доля сельского хозяйства составляет 18%. Сельское хозяйство является основным и традиционным видом экономической деятельности, в котором доминирует отгонное животноводство. Развивается особая отрасль животноводства - пантовое оленеводство,

производитель важнейшей экспортной продукции - пантов маралов и оленей. Сельское хозяйство является одним из потенциальных факторов конкурентоспособности Республики Алтай по сравнению с другими регионами Российской Федерации.

Непосредственно в районе строительства основным видом производства является: лесозаготовка, деревопереработка, добыча мрамора, пантовое оленеводство и мараловодство, мясомолочное скотоводство, коневодство, овцеводство, сбор лекарственно-технического сырья.

Также наряду с сельским хозяйством в широко развивается туристический кластер. Сегодня индустрия туризма динамично развивается, вовлекая все новые регионы и страны. Республика Алтай, обладая значительными туристскими ресурсами, пользуется текущей тенденцией появления новых туристских направлений. Перспективным направлением реализации этого сценария должно стать создание единого кластера туризма, для которого сельское хозяйство и пищевая промышленность выступят поддерживающими отраслями. И важнейшей задачей кластерной политики будет обеспечение всех типов коммуникаций между ними – от транспортных до обмена опытом и миграции кадров.

В настоящее время значительная часть туристов посещает Республику Алтай на собственном автомобиле. Для региона, который делает ставку на туризм и реализует крупные туристские проекты, одним из важнейших вопросов становится транспортная доступность, что обуславливает развитие и расширение возможностей транспортной инфраструктуры. Именно от того, насколько быстро и комфортно турист может добраться до места отдыха, зависит заполняемость гостиниц и, соответственно, сумма выручки от дополнительных услуг.

Обеспеченность автодорогами благоприятно влияет на развитие туризма в регионе. Между тем, это не исключает строительства и реконструкции автодорог к организуемым туристским объектам. Здесь наиболее перспективным становится строительство и ввод в эксплуатацию автомобильных дорог, обеспечивающих транспортную связь как внутри республики, так и с другими регионами.

Перспективы развития автотранспортной сети связаны с развитием туризма на территории республики и участием в международной торговле. Помимо реализации инфраструктурных проектов, связанных с созданием особой экономической зоны и формированием туристского кластера, потребуются мероприятия по строительству и реконструкции автомобильных дорог и искусственных сооружений.

На других существующих участках дороги из-за несвоевременного содержания и ремонта были выявлены такие дефекты:

- разрушение крошки покрытия;
- продольная коллейность;
- трещины, сетка трещин с мелкими ячейками;
- выбоины;
- локальные разрушения поверхности покрытия.

Дабы избежать подобных разрушений после строительства данного участка автомобильной дороги общего пользования федерального значения Р-256 «Чуйский тракт» км 575+00 – км 580+00 в связи с высокой эксплуатацией требуется проводить соответствующие работы по ремонту и содержанию автодороги, чтобы обеспечивать максимальную пропускную способность и комфорт при движении автомобильного транспорта.

РАСЧЕТ ПОЛОГОЙ ОБОЛОЧКИ

Акарачкин Д.С., Мудрик Ю.С. – студенты, Дремова О.В. – стар. препод.,

Калько И.К. – к.т.н., доцент

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

Широкое распространение получили пологие оболочки различной формы.

Пологая оболочка, у которой стрела подъема не превышает 1/5 наименьшего размера ли-нейного размера плана (рисунок 1)

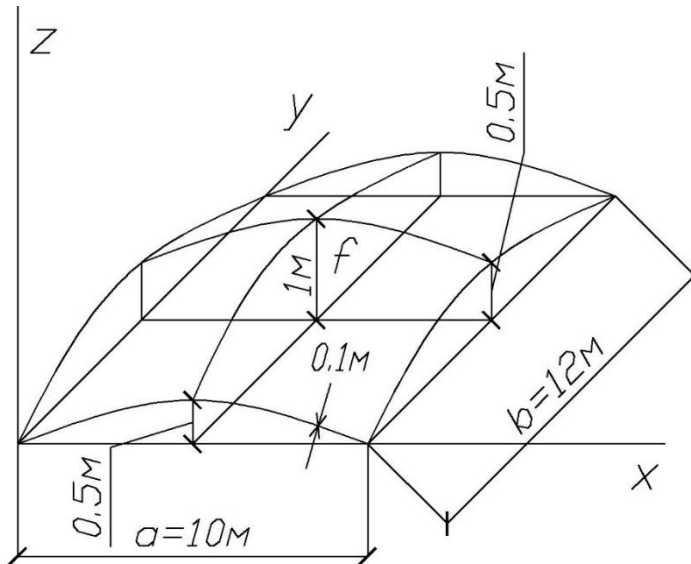


Рисунок 1

Для расчета пологой оболочки можно использовать приближенный способ решения, позволяющий рассчитать пологую оболочку при любых граничных условиях на произвольную внешнюю нагрузку, - вариационный метод Бубнова – Галеркина.

Метод Бубнова–Галеркина приобретает особую простоту в том случае, когда функция аппроксимирующая решение, удовлетворяет всем граничным условиям задачи и задана в форме ряда.

Выполним расчет пологой оболочки положительной гауссовой кривизны с соотношениями

стрелы подъема f к толщине d :

1-й вариант $f/d = 20$ – расчет выполняется по безмоментной теории (подъемистая оболочка);

2-й вариант $f/d = 6$ – расчет вести по моментной теории;

3-й вариант $f/d = 3$ – очень пологая оболочка

1-й вариант расчет оболочки $f/d = 20$. Для расчета используем среду MatCAD.

$$a := 42 \quad b := 42 \quad d := 0.2 \quad f1 := 2 \quad f2 := 2 \quad f := f1 + f2 \quad q0 := 10 \cdot 10^3$$

$$E := 4 \cdot 10^{10} \quad \mu := 0.17 \quad D := \frac{E \cdot d^3}{12(1 - \mu^2)} \quad N_{max} := 100$$

$$q(m, n) := \frac{4 \cdot q0}{a \cdot b} \int_0^a \int_0^b \sin\left(\frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}\right) \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}\right) dy dx \rightarrow \frac{160000 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot m}{2}\right)^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot n}{2}\right)^2}{\pi^2 \cdot m \cdot n} \quad A(m, n) := \left(\frac{m^2 \cdot b^2}{n^2 \cdot a^2} + 1\right)^2$$

$$w(m, n) := \left[\frac{n^4 \cdot \pi^4 \cdot d^4}{12(1 - \mu^2) \cdot b^4} \cdot A(m, n) + \frac{64f^2 \cdot d^2}{A(m, n) \cdot a^4} \left(\frac{f1}{f} + \frac{m^2}{n^2} \frac{f2}{f} \right)^2 \right]^{-1} \cdot \frac{q(m, n) \cdot d}{E}$$

$$f1(m, n) := \frac{8E \cdot b^2 \cdot f \cdot d}{\pi^2 \cdot A(m, n) \cdot a^2 \cdot n^2} \cdot \left(\frac{f1}{f} + \frac{m^2}{n^2} \frac{f2}{f} \right) \cdot w(m, n) \quad ww(x, y) := \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N \left(w(m, n) \cdot \sin\left(\frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}\right) \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}\right) \right)$$

$$S(x, y) := - \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N \left(f1(m, n) \cdot \frac{m \cdot n \cdot \pi^2}{a \cdot b} \cdot \cos\left(\frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}\right) \cdot \cos\left(\frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}\right) \right)$$

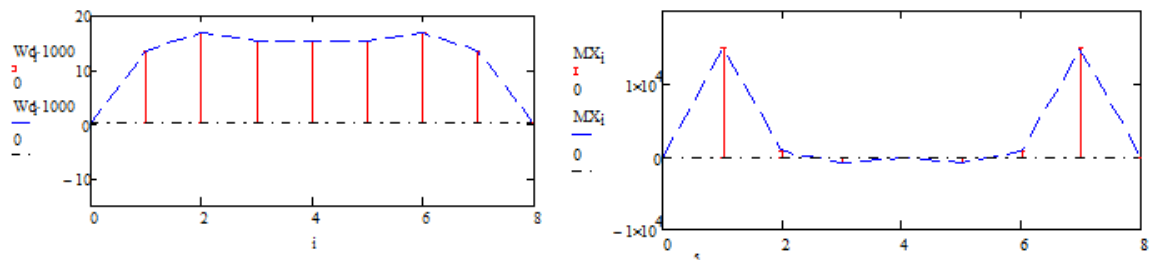
$$Nx(x, y) := - \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N \left(f1(m, n) \cdot \frac{n^2 \cdot \pi^2}{b^2} \cdot \sin\left(\frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}\right) \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}\right) \right)$$

$$Mx(x,y) := D \cdot \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N \left[w(m,n) \cdot \left(\frac{m^2 \pi^2}{a^2} + \mu \cdot \frac{n^2 \pi^2}{b^2} \right) \cdot \sin\left(\frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}\right) \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}\right) \right]$$

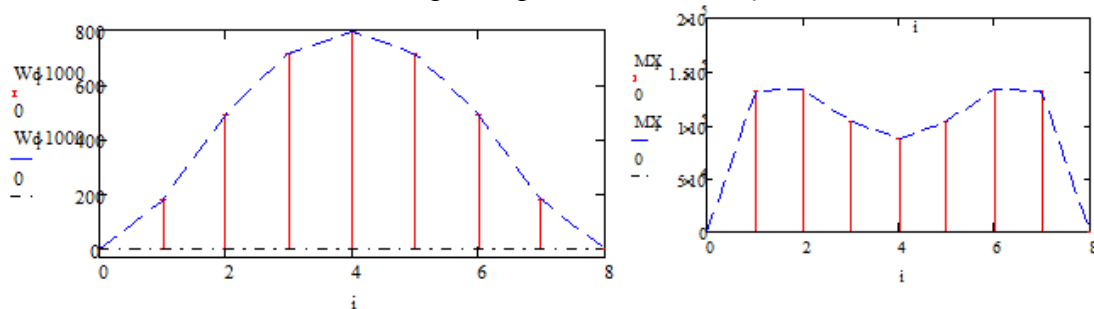
$$H(x,y) := -D \cdot (1 - \mu) \cdot \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N \left(w(m,n) \cdot \frac{m \cdot n \pi^2}{a \cdot b} \cdot \cos\left(\frac{m \cdot \pi \cdot x}{a}\right) \cdot \cos\left(\frac{n \cdot \pi \cdot y}{b}\right) \right)$$

$$S(0,0) = -1.454 \times 10^6 \quad H(0,0) = -2.677 \times 10^4 \quad i := 0..8 \quad X_i := a \cdot \frac{i}{8} \quad W_i := ww\left(X_i, \frac{b}{2}\right)$$

$$Wd_i := ww(X_i, X_i) \quad SS_i := S(X_i, 0) \quad NX_i := Nx\left(X_i, \frac{b}{2}\right) \quad MX_i := Mx\left(X_i, \frac{b}{2}\right) \quad MX4_i := Mx\left(X_i, \frac{b}{4}\right) \quad HH_i := H(X_i, 0)$$

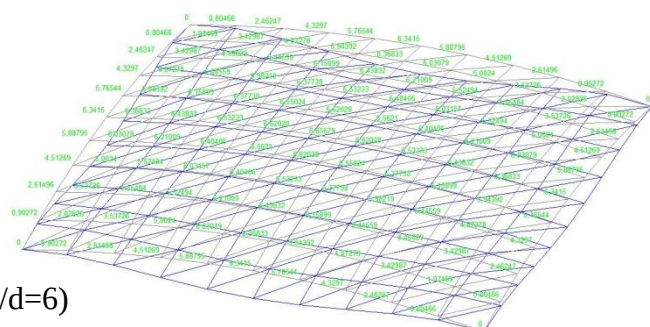
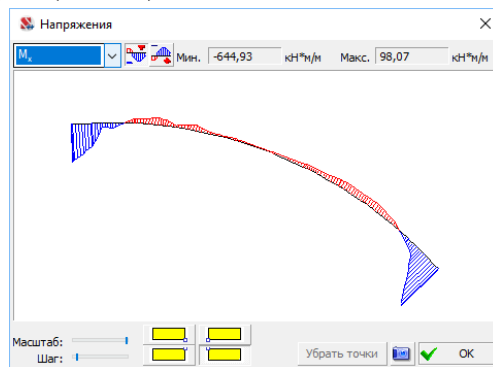
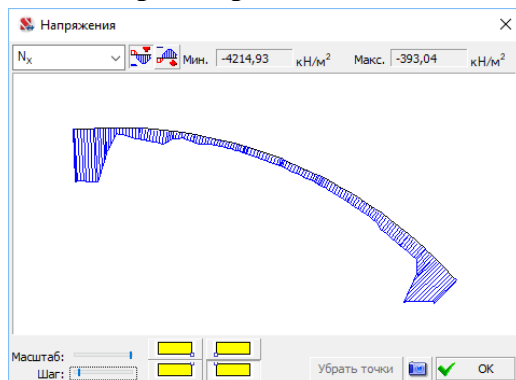


2-й вариант расчет оболочки $f/d=6$

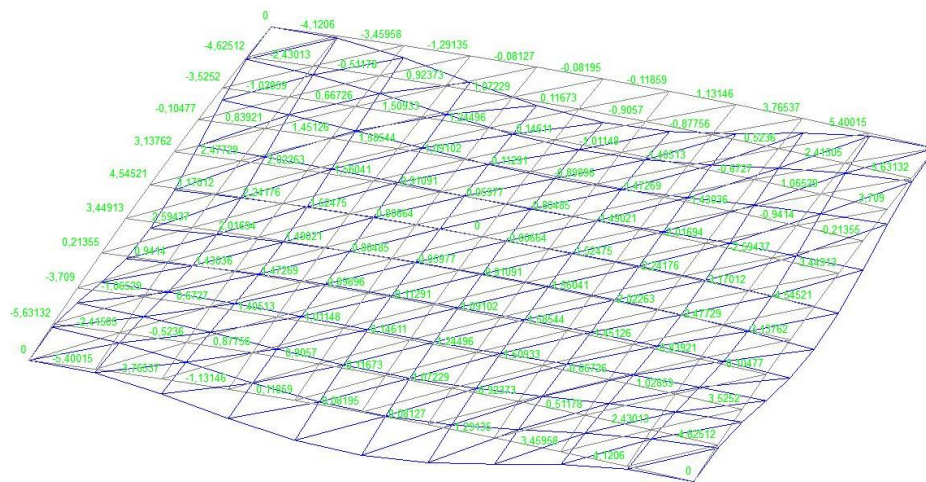


3-й вариант расчет оболочки $f/d=3$

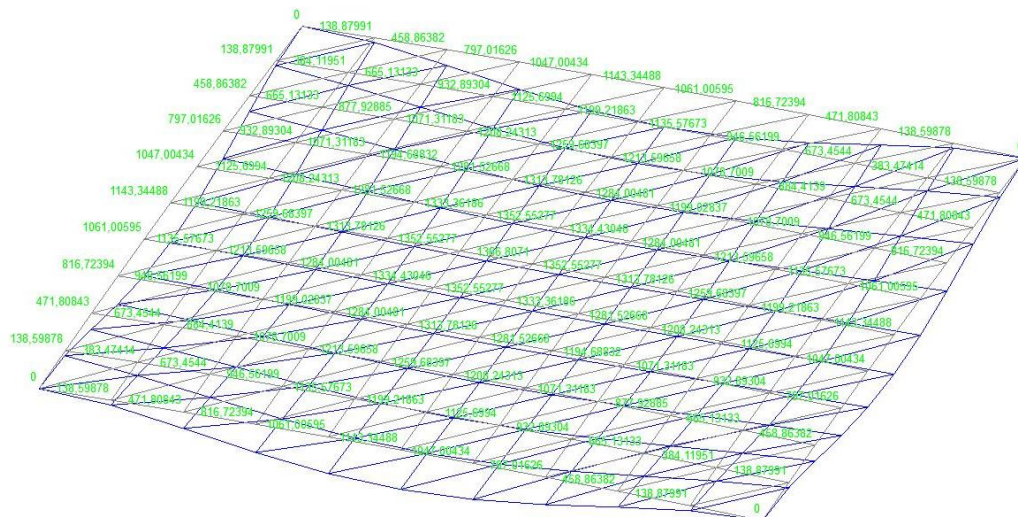
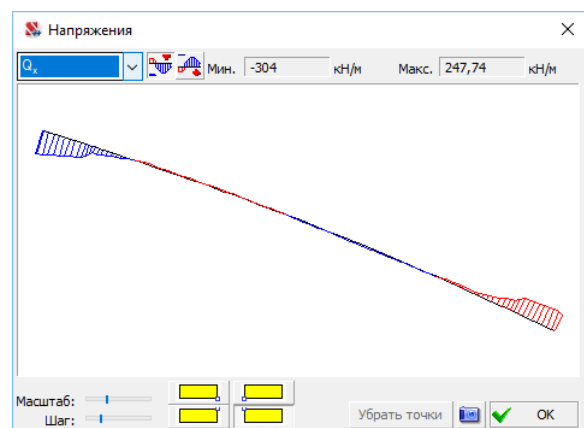
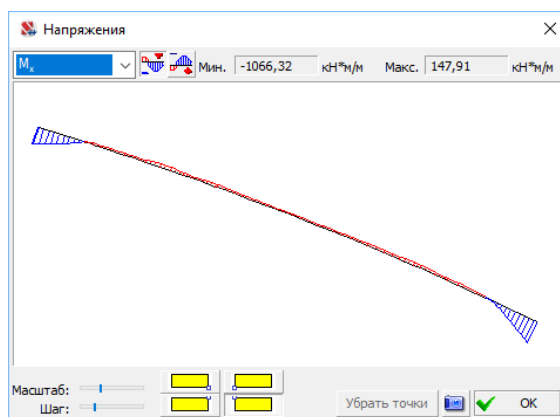
Расчет пологой оболочек программном комплексе SCAD Office.
Вариант расчета оболочки номер 1. ($f/d=20$)



Вариант расчета оболочки номер 2. ($f/d=6$)



Вариант расчета оболочки номер 3. ($f/d=3$)



Вывод: 1. При расчете пологой оболочки методом Бубнова-Галеркина в зависимости от отношения f/d с уменьшением прогиба и усилия возрастают соответственно 44 и 10 раз

При расчете с помощью программного комплекса SCAD Office следующие результаты:

1) $M_{x \min} = -644,93 \text{ кН/м}$; макс $98,07 \text{ кН/м}$; 3) $-1066,32 \text{ кН/м}$; макс $147,91 \text{ кН/м}$

РАСЧЕТ КУПОЛОВ ПО БЕЗМОМЕНТНОЙ ТЕОРИИ ОБОЛОЧЕК

Бурцев И.О., Машков А.В. – студенты, Калько И.К. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При расчете купола по безмоментной теории предполагается, что напряжения по толщине купола распределяются равномерно, в куполе возникают только нормальные усилия, направленные по касательным к срединной поверхности.

Под влиянием нагрузки купол деформируется и изменяет свою форму. Вследствие этого меняется кривизна купола и в нем возникают изгибающие моменты. Однако эти моменты очень малы и их можно не учитывать.

Значительные моменты могут возникнуть в местах резких изменений очертания купола или его толщины, в частности, у опор.

Вследствие сжатия купола внизу у опорного кольца диаметр уменьшается, при этом опорное кольцо растягивается, его диаметр увеличивается.

Расчет купола. Купол очерчен по сферической поверхности радиусом $R=30.12$ м.

Пролет купола 30 м, высота 4 м, толщина 0,10 м, купол несет нагрузку $q=0,5$ т/м² его поверхности (рисунок 1).

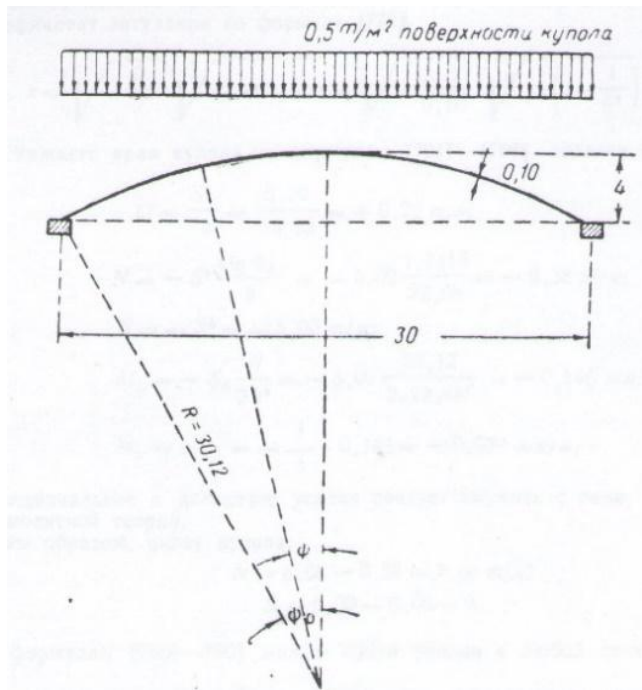


Рисунок 1

Тригонометрические величины угла:

$$\varphi_0 = 29^\circ 52'; \sin \varphi_0 = 0.4980;$$

$$\cos \varphi_0 = 0.8672; \operatorname{ctg} \varphi_0 = 1.7413$$

Решение:

Расчеты выполняются в среде Math-CAD

Найдем сначала усилия по безмоментной теории. Часть поверхности купола при центральном угле φ :

$$F = 2\pi R^2 \cdot (1 - \cos \varphi_0) = 756.986$$

Нагрузка на эту часть:

$$P_\varphi = 2\pi R^2 \cdot (1 - \cos \varphi_0) \cdot q = 378.493$$

Меридиональное усилие равно:

$$N^0 = R \cdot \frac{1 - \cos \varphi_0}{\sin^2 \varphi_0} \cdot q = 30.12 \cdot \frac{1 - 0.8672}{0.4980^2} \cdot 0.5 = 8.064 \text{ т/м}$$

Найдем кольцевое усилие:

$$S^0 = R \cdot \left(\cos \varphi_0 - \frac{1 - \cos \varphi_0}{\sin^2 \varphi_0} \right) \cdot q = 30.12 \cdot \left(0.8672 - \frac{1 - 0.8672}{0.4980^2} \right) \cdot 0.5 = 4.996 \text{ т/м}$$

Сделаем теперь дополнительный расчет. Предполагаем, что купол полностью заделан своим нижним краем в абсолютно жесткое опорное кольцо.

Коэффициент затухания найдем по формуле:

$$k = \sqrt{\frac{R}{c}} \cdot \sqrt[4]{3 \cdot (1 - \mu^2)} = \sqrt{\frac{30.12}{0.10}} \cdot \sqrt[4]{3 \cdot \left(1 - \frac{1}{6^2}\right)} = 22.68$$

Для нижнего края купола, полагая в них $\rho = R$

$$Q = \frac{S^0}{k} = \frac{4.996}{22.68} = 0.22 \text{ т/м}$$

$$N = -S^0 \cdot \frac{\operatorname{ctg} \varphi_0}{k} = -4.996 \cdot \frac{1.7413}{22.68} = -0.384 \text{ т/м}; S = -S^0 = -4.996 \text{ т/м}$$

$$M_{\Phi} = -S^0 \frac{R}{2k^2} = -4.996 \cdot \frac{30.12}{2 \cdot 22.68^2} = -0.146 \text{ т/м}$$

$$M_o = \mu M_{\Phi} = -\frac{1}{6} \cdot 0.146 = -0.024 \text{ т/м}$$

Меридиональное и кольцевое усилия следует сложить с теми, какие получились по безмоментной теории.

Таким образом, внизу купола:

$$N = N^0 + N = 8.0649 + (-0.384) = 7.681 \frac{\text{т}}{\text{м}}; S = S + S^0 = 0.$$

Можем найти усилия в любой точке поверхности купола. Так, для $\omega = 4^0$ ($\omega = 0,0698$), что соответствует расстоянию от опоры купола 2,10 м и центральному углу $25^0 52'$:

$$S = 4.996 \cdot \sqrt{2} \cdot e^{-22.68 \cdot 0.0698} \cdot \sin(22.68 \cdot 4^0 + 45^0) = -4.996 \cdot \sqrt{2} \cdot e^{-22.68 \cdot 0.0698} \cdot 0.6982 = -1.01 \text{ т/м}$$

Но по безмоментной теории в этой же точке, так как $\sin \varphi_0 = 0.4363$; $\cos \varphi_0 = 0.8998$;

$$S^0 = R \cdot \left(\cos \varphi_0 - \frac{1 - \cos \varphi_0}{\sin^2 \varphi_0} \right) \cdot q = 30.12 \cdot \left(0.8998 - \frac{1 - 0.8998}{0.4363^2} \right) \cdot 0,5 = 5.624 \text{ т/м}$$

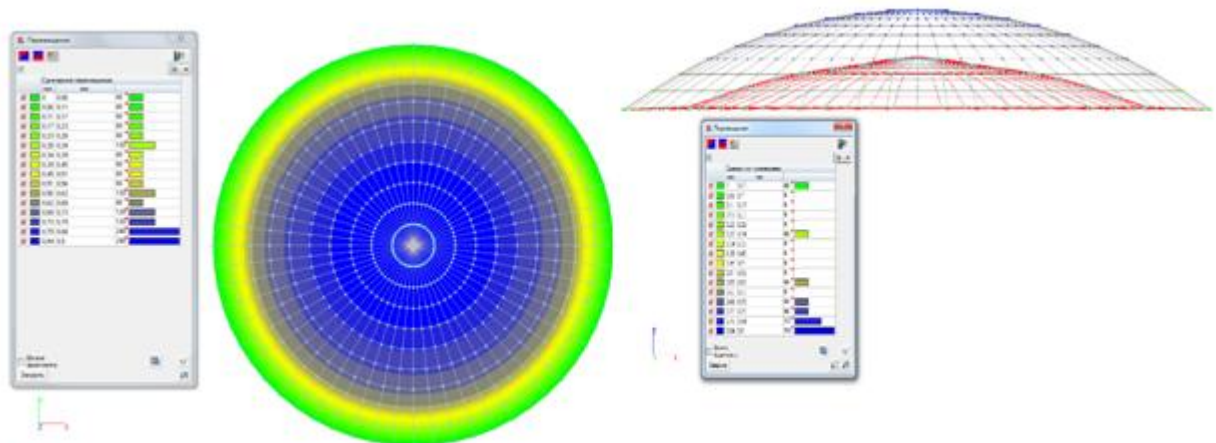
Полное кольцевое усилие

$$S = -1.01 + 5.624 = 4.611 \text{ т/м}$$

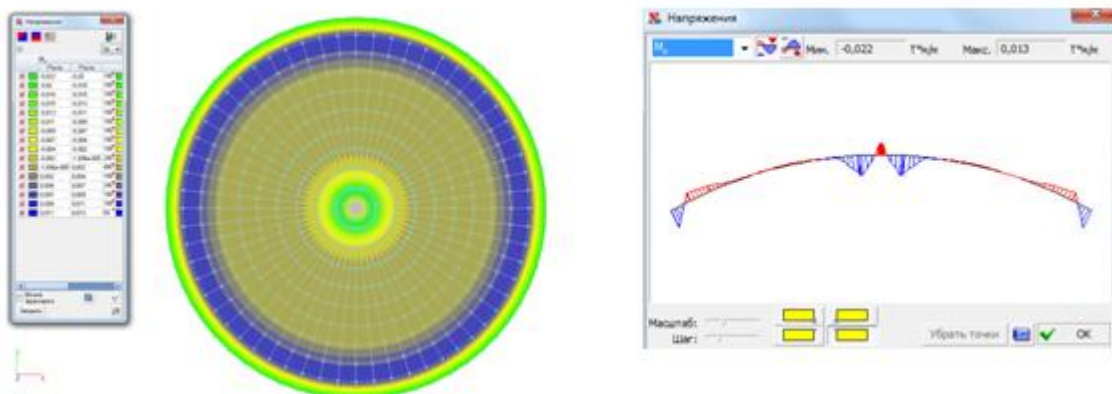
Произведем расчеты в программе SCAD Office 21.1. Приведены цветное отображение эпюр усилий и прогиба

Выведем суммарные перемещения для данного купола;

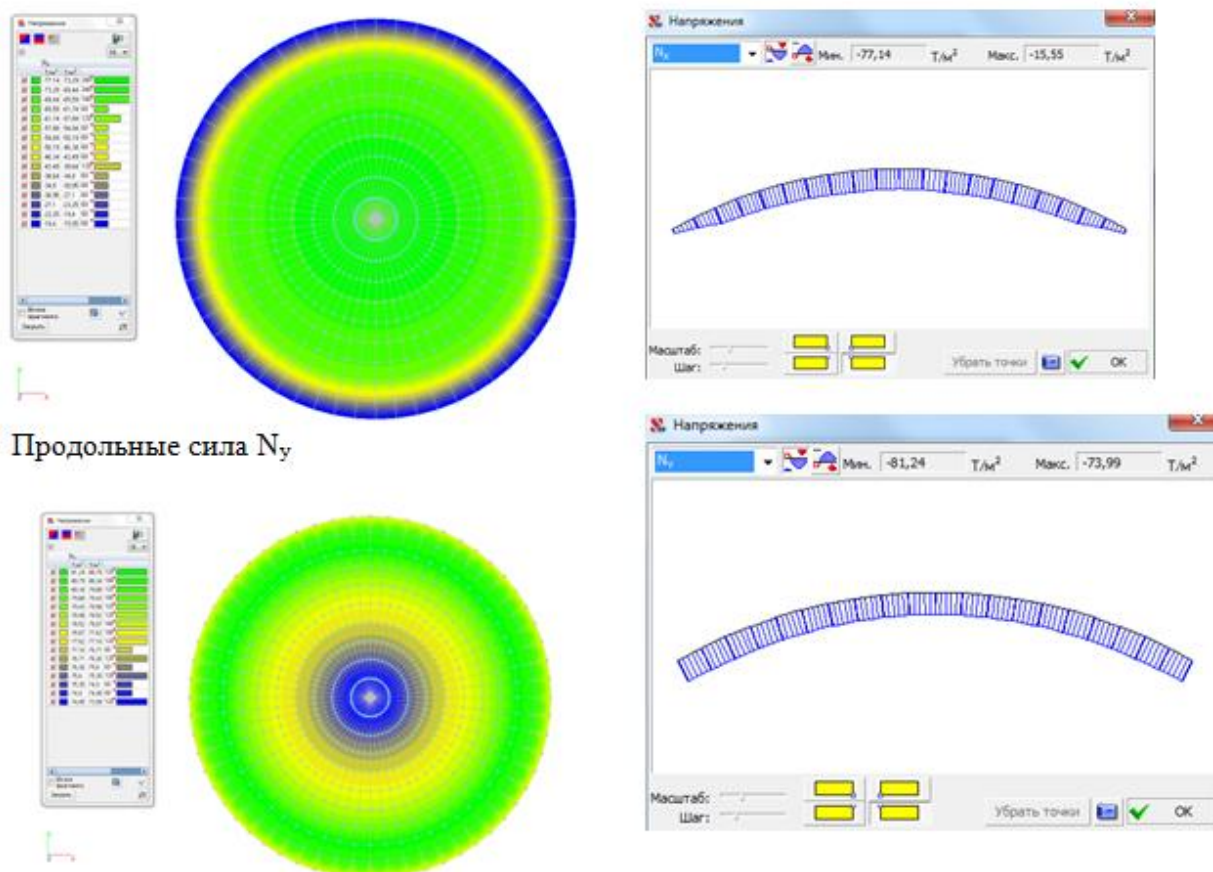
Максимальный прогиб



Изгибающий момент M_x



Продольные сила N_x



Данные расчета в SCAD Office (момент M_y на опоре в меридиональном направлении) отличается от расчета по формулам по следующим причинам:

1. Нагрузка задана в глобальной, а не в местной системе координат поэтому в действительности поля напряжений изогнуты больше (не будет такой большой одинаковой области).

2. Разбиение на конечные элементы выполнено грубо, длины сторон конечных элементов примерно равны 1,5, а нужно 30 см. Из-за этого именно внизу картина недостоверна.

3. Расчет ведется как тонкая оболочка, в которой есть эффекты, не учтенные в теории, например, деформация сжатия.

4. Расчетная схема в SCAD Office реализует жесткое защемление узлов по контуру, что может не совпадать с теорией.

Результаты расчета SCAD Office показали, что изгибающие моменты и поперечные силы малы. Продольные силы значительные. Приведенные результаты расчета купола подтверждают безмоментную теорию оболочек.

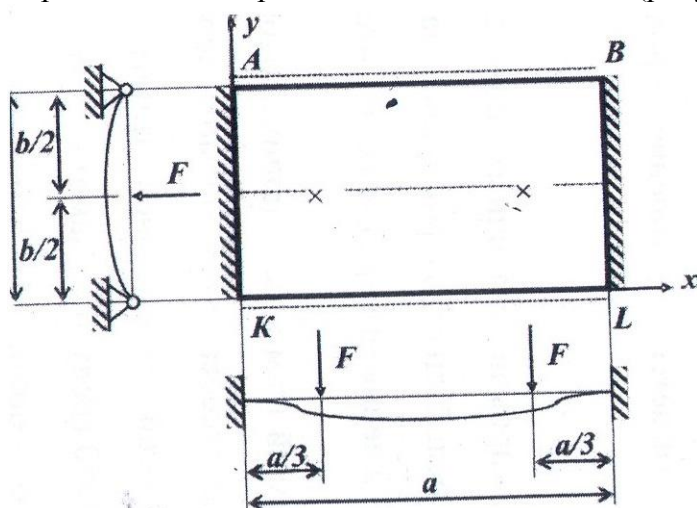
Q_x	Q_y	M_x	M_y	N_x	N_y	W
Мин -2,063e-008	-0,084	-0,022	-0,103	-77,14	-81,24	0

Макс 0,045	0,6	0,013	0,03	-15,55	-73,99	0,84мм
------------	-----	-------	------	--------	--------	--------

**РАСЧЕТ ПЛАСТИНЫ С ДВУМЯ ЖЕСТКО ЗАДЕЛАННЫМИ СТОРОНАМИ И
ДВУМЯ
ШАРНИРНО ОПЕРТНЫМИ СТОРОНАМИ МЕТОДОМ БУБНОВА _ ГАЛЕРКИНА И
РАЗНЫМИ ЗАКРЕПЛЕНИЯМИ СТОРОН СПОСОБОМ SCAD OFFICE НАГРУЖЕННОЙ
ДВУМЯ СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ СИЛАМИ**

Берлюков М.О., Шипулина А.В. – студенты, Калько И.К. – к.т.н., доцент,
Дремова О.В.- стар. преподаватель
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В работе предполагается выполнить расчет пластины методом Бубнова – Галеркина с двумя жестко заделанными и двумя шарнирно опертными сторонами и разными закреплениями сторон способом SCAD Office нагруженной двумя сосредоточенными силами (рисунок 1).



Исходные данные: ; $E := 1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$
 $a := 4\pi$ $b := 4\pi$ $h := 0.2\pi$
 $F := 10 \text{ kN}$ $\nu := 0.2$
 $q := \gamma \cdot h = 14 \text{ kPa}$
 $\gamma := 70 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
 Вычисление выполняем в среде MathCAD

Рисунок 1

Решение в Mathcad:

Собственный вес пластинки, приходящийся на 1 м^2 поверхности:

Функция прогибов задана в виде:

$$\omega(x, y, C) := C \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right) \right) \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot y}{b}\right); \quad \varphi(x, y) := \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right) \right) \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot y}{b}\right)$$

Граничные условия на контуре показаны на схеме следующие:

1. При $x=0$ (грань АК) – защемление: $\omega=0, \frac{\partial \omega}{\partial x} = 0$;
2. При $x=a$ (грань BL) – защемление: $\omega=0, \frac{\partial \omega}{\partial x} = 0$;
3. При $y=0$ (грань KL) – шарнирное опирание: $\omega=0, M_x = 0$;
4. При $y=b$ (грань AB) – шарнирное опирание: $\omega=0, M_y = 0$;

При $y=0$ и $y=b$ (границы KL и AB) пластинка шарнирно закреплена. Здесь статическое граничное условие имеет вид:

$$M_y = -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right) = 0;$$

Поскольку в направлении оси x опертая кромка пластинки прогиба не имеет, то из граничного условия $M_y=0$, получаем $\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = 0$.

Производим проверку выполнения граничных условий.

Подставляя уравнения граней пластинки в заданную функцию прогибов $\omega(x, y)$, убеждаемся, что для всех граней $\omega(x, y)=0$. Для грани AB ($y=b$):

$$\omega(x, y)|_{AB} = C \left(1 - \cos\frac{2\pi x}{a} \right) \sin\frac{\pi b}{b} = C(1 - 1)\sin \pi = 0;$$

Для грани BL ($x=a$):

$$\omega(x, y)|_{BL} = C \left(1 - \cos \frac{2\pi a}{a}\right) \sin \frac{\pi y}{b} = C(1 - 1) \sin \frac{\pi y}{b} = 0;$$

Для грани KL (y=0):

$$\omega(x, y)|_{KL} = C \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \sin \frac{\pi \cdot 0}{b} = 0;$$

Для грани AK (x=0):

$$\omega(x, y)|_{AK} = C \left(1 - \cos \frac{2\pi \cdot 0}{a}\right) \sin \frac{\pi y}{b} = C(1 - 1) \sin \frac{\pi y}{b} = 0.$$

Таким образом, на контуре пластинки прогибы равны нулю, поэтому кромки пластинки либо защемлены, либо шарнирно оперты.

Первые производные заданной базисной функции имеют вид:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{2\pi}{a} \sin \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}; \quad \frac{\partial \omega}{\partial y} = \frac{\pi}{b} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \cos \frac{\pi y}{b}.$$

При x=0 (грань AK):

$$\frac{\partial \omega}{\partial x} = C \frac{2\pi}{a} \sin \frac{2\pi \cdot 0}{a} \sin \frac{\pi y}{b} = 0.$$

При x=0 (грань AK):

$$\frac{\partial \omega}{\partial x} = C \frac{2\pi}{a} \sin \frac{2\pi \cdot 0}{a} \sin \frac{\pi y}{b} = 0;$$

То есть углы поворота на гранях, параллельных оси y, между касательной к серединной по-верхности и осью x равны нулю. Это означает, что грани AK и BL защемлены.

Вторая производная по переменной x от заданной базисной функции имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \left(\frac{2\pi}{a}\right)^2 \cos \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}.$$

Вторая производная по переменной y от заданной базисной функции имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = -\left(\frac{\pi}{b}\right)^2 \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \sin \frac{\pi y}{b}.$$

При y=0 (грань KL):

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = -C \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \sin \frac{\pi \cdot 0}{b} = 0.$$

При y=b (грань AB):

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} = -C \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \sin \frac{\pi b}{b} = 0.$$

То есть грани пластинки AB и KL шарнирно оперты.

Таким образом, заданная функция прогибов удовлетворяет всем граничным условиям на контуре пластинки.

Для определения постоянного параметра C находим четвертые производные от базисной функции:

$$\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} = -\left(\frac{2\pi}{a}\right)^4 \cos \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}; \quad \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = \left(\frac{\pi}{b}\right)^4 \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a}\right) \sin \frac{\pi y}{b};$$

$$\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} = -\left(\frac{2\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 \cos \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}.$$

Определим величину Δ :

$$D := \frac{E \cdot h^3}{12(1 - \nu^2)} = 7.111 \times 10^4 \text{ kN} \cdot \text{m} \sum_{j=1}^k \frac{F_j}{D} \varphi(x_{F_j}, y_{F_j}) = \frac{F}{D} \left(\varphi\left(\frac{a}{3} \cdot \frac{b}{2}\right) + \varphi\left(\frac{2a}{3} \cdot \frac{b}{2}\right) \right) = \frac{3F}{D}$$

$$\iint \varphi dx dy = \frac{2b}{\pi} \quad k := 2$$

$$x := \begin{pmatrix} \frac{a}{3} \\ 2 \cdot \frac{a}{3} \end{pmatrix}$$

$$\Delta := \frac{q}{D} \cdot \int_0^a \int_0^b \varphi(x, y) dx dy + \sum_{j=1}^k \left(\frac{F}{D} \cdot \varphi(x_j, y_j) \right) = 2.427 \times 10^{-3} \frac{1}{\text{m}}$$

$$y := \begin{pmatrix} \frac{b}{2} \\ \frac{b}{2} \end{pmatrix}$$

Определим величину δ . При заданных значениях a и b получаем:

$$\delta := \int_0^b \int_0^a \left(\left(\frac{2\pi}{a} \right)^4 \cdot (-1) \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right) \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right)\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot y}{b}\right)^2 + 2 \cdot (-1) \cdot \left(\frac{2\pi}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{\pi}{b}\right)^2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right) \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right)\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot y}{b}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{b}\right)^4 \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot x}{a}\right)\right)^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot y}{b}\right)^2 \right) dx dy = 41.094 \frac{1}{m^2}$$

Находим значение параметра C $C := \frac{\Delta}{\delta} = 5.906 \times 10^{-5} m$

Таким образом, функция прогибов срединной поверхности пластинки имеет вид:

$$\omega(x, y, C) = 0,059 \cdot 10^{-3} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a} \right) \sin \frac{\pi y}{b}.$$

Запишем выражения для внутренних усилий. Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной оси y :

$$M_x(x, y) := -D \cdot \left(\frac{d^2}{dx^2} \omega + \nu \cdot \frac{d^2}{dy^2} \omega \right) \quad M_x(x, y) = -11,011 \cos \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b} + 0,648 \sin \frac{\pi y}{b}.$$

Изгибающий момент в плоскости, перпендикулярной оси x :

$$M_y(x, y) := -D \cdot \left(\frac{d^2}{dy^2} \omega + \nu \cdot \frac{d^2}{dx^2} \omega \right) \quad M_y(x, y) = 2,591 \sin \frac{\pi y}{b} - 5,182 \cos \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}.$$

Крутящий момент:

$$M_{xy}(x, y) := -D \cdot (1 - \nu) \cdot \left[\frac{d}{dy} \left(\frac{d}{dx} \omega \right) \right] \quad M_{xy}(x, y) = -3,886 \sin \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{b}.$$

Поперечная сила в плоскости, перпендикулярной оси y :

$$Q_x(x, y) := -D \left(\frac{d^3}{dx^3} \omega + \frac{d}{dx} \frac{d^2}{dy^2} \omega \right) \quad Q_x(x, y) = 20,348 \sin \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}.$$

Поперечная сила в плоскости, перпендикулярной оси x :

$$Q_y(x, y) := -D \left(\frac{d^3}{dy^3} \omega + \frac{d}{dy} \frac{d^2}{dx^2} \omega \right) \quad Q_y(x, y) = -10,174 \cos \frac{2\pi x}{a} \cos \frac{\pi y}{b} + 2,035 \cos \frac{\pi y}{b}.$$

Для проверки правильности вычисления внутренних усилий рекомендуется использовать следующие дифференциальные уравнения:

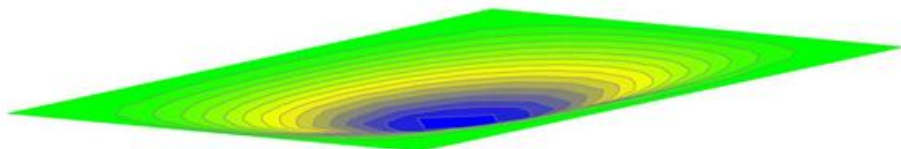
$$Q_x = \frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial y}; \quad Q_y = \frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial x};$$

В нашем случае:

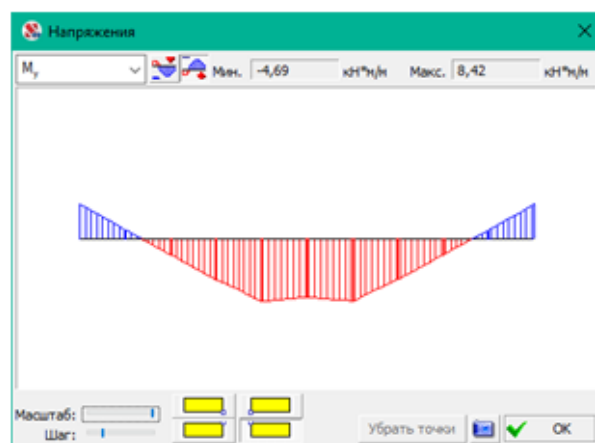
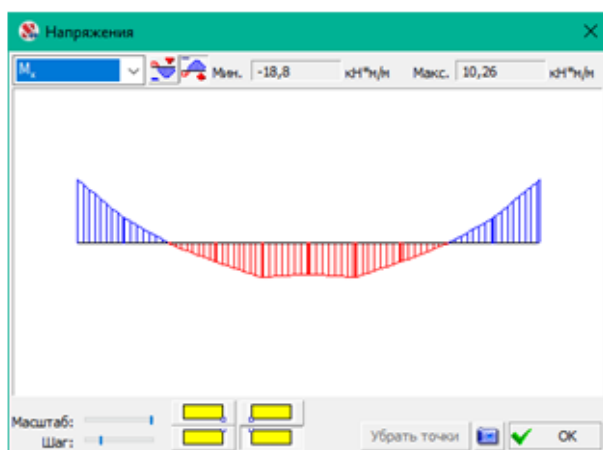
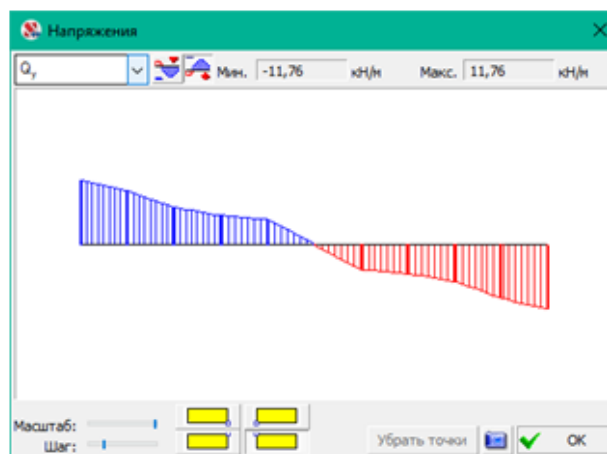
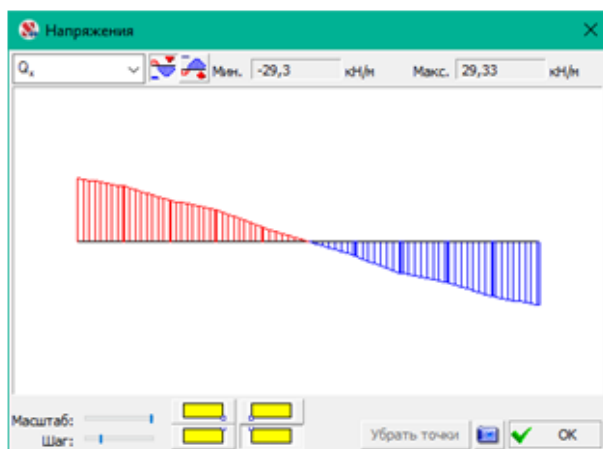
$$Q_x = 20,348 \sin \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}; \quad \frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = 20,348 \sin \frac{2\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b};$$

Далее приведено цветовое отображение эпюр усилий и прогиба из расчетного комплекса SCAD Office:

1. Максимальный прогиб W в мм: на опорном контуре $=0$; $=0,33$; в центре пластине $= 0,62$



2. Поперечная сила Q_x в кН/м: мин = - 29,3; макс = 29,3
3. Поперечная сила Q_y в кН/м: мин = - 11,7; макс = 11,76
3. Изгибающий момент M_x в кН*м/м: мин = - 18,8; макс = 10,26
4. Изгибающий момент M_y в кН*м/м: мин = - 18,8; макс = 10,26



Для наглядности влияния условий закрепления в SCAD Office были рассчитаны пластинки с такими же исходными данными, но с другими граничными условиями:

1. Жесткое защемление всех сторон пластинки:
Максимальный прогиб W в мм: на опорном контуре = 0,01; макс = -5,76
Поперечная сила Q_x в кН/м: мин = - 0; макс = 4,
2. Все стороны пластинки шарнирно оперты:
3. Пластика жестко оперта слева, сверху и снизу, а справа – свободный конец:

Вывод: проанализировав поля напряжений приходим к выводу о том, что они (поля напряжений) будут похожи, если все грани пластинок закреплены, но будут отличаться цифра.