

УДК 625.723

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА INDORPAVEMENT

М. В. Батин, студент гр. СДб-121, IV курс
Научный руководитель: С.А. Иванов, ассистент кафедры автомобильных
дорог и городского кадастра
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Автомобильная дорога является одной из основных средств, предназначенных для перемещения грузов и пассажиров с допустимыми осевыми нагрузками и разрешенными скоростями движения. В силу быстро меняющихся условий движения транспорта необходимо быстро принимать решения по подбору и расчету дорожных одежд. Одним из лидеров по расчету дорожных одежд является программный комплекс IndorPavement.

Система расчета дорожных одежд IndorPavement предназначена для автоматизированного конструирования и расчета жестких и нежестких дорожных одежд автомобильных дорог общего пользования, городских улиц и дорог. Система позволяет производить расчеты дорожных одежд для нового строительства и оценки прочности существующих конструкций [1].

В программе реализованы расчёты нежестких дорожных одежд на прочность (по упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоёв при динамической и статической нагрузках, на сопротивление монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе) с возможностью корректировки результатов при применении геосинтетических материалов, проверка морозоустойчивости конструкции и расчёт дренажного слоя. Дренажный слой может считаться с учётом геосинтетических защитно-дренирующих материалов.

В системе IndorPavement также представлена возможность рассчитывать жесткие дорожные одежды: монолитные цементобетонные покрытия, асфальтобетонные покрытия с цементобетонным основанием, сборные покрытия из железобетонных плит.

Начало расчета начинается с задания нормативного документа, по которому в дальнейшем и будут произведены вычисления. В качестве основной методики расчёта применяется методика по умолчанию ОДН 218.046–01. Затем задается техническая категория, тип дорожной одежды, дорожно-климатическая зона и подзона района проектирования, характеристики грунтовых условий, заданный срок службы и приведенную интенсивность движения. Следующий этап заключается в задании типа материала и толщины сло-

ев дорожной одежды. Затем выводится информация о достаточной прочности всей конструкции в целом.

Для быстрой визуальной оценки удобно использовать информацию, выводимую в области формирования конструкции.

Конструкция	Толщина	Модуль	Прогиб	Сдвиг	Изгиб
Проект конструкции дорожной одежды					
Вариант № 1					
Верхний слой покрытия	h = 6 см (3...15)	E _{пов} = 402 МПа	E _{упр} = 3200 МПа Запас = 47%	E _{сдв} = 1800 МПа	E _{изг} = 4500 МПа
Нижний слой покрытия	h = 8 см (6...15)	E _{пов} = 310 МПа	E _{упр} = 2000 МПа	E _{сдв} = 1200 МПа	E _{изг} = 2800 МПа Запас = 30%
Верхний слой основания	h = 15 см (8...40)	E _{пов} = 211 МПа	E _{упр} = 450 МПа	E _{сдв} = 450 МПа	E _{изг} = 450 МПа
Нижний слой основания	h = 22 см (8...40)	E _{пов} = 150 МПа	E _{упр} = 400 МПа	E _{сдв} = 400 МПа	E _{изг} = 400 МПа
Доп. слой основания	h = 25 см (10...80)	E _{пов} = 74 МПа	E _{упр} = 120 МПа	E _{сдв} = 120 МПа Запас = 3%	E _{изг} = 120 МПа
Грунт земляного полотна		E _{пов} = 47 МПа	E _{упр} = 47 МПа	E _{сдв} = 47 МПа Запас = 85%	E _{изг} = 47 МПа

Рисунок 1 – Конструирования дорожных одежд

В каждом столбце отображается краткая информация о расчете по критерию упругого, по критерию сдвигоустойчивости грунта и слабосвязных слоев при динамической нагрузке а также расчёт по критерию сопротивления монолитных слоёв усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Для каждого слоя указаны значения модулей упругости, для нижнего слоя асфальтобетона выводится запас прочности. По данному критерию можно оценить возможность лучшего соотношения стоимости конструкции и запаса прочности.

В мировой практике современного строительства активно используется всё многообразие так называемых геосинтетических материалов. Данные материалы могут выполнять функции армирования, фильтрации, разделения и дренирования и обладают такими свойствами, как высокая прочность, химическая стойкость, долговечность, высокая температуростойкость. IndorPavement позволяет учитывать подобные материалы, но необходимо обладать достаточными знаниями и навыками, чтобы определить необходимый конструкционный слой, на котором будет располагаться геосинтетический материал.

В силу своего многообразия материалов, толщин, и других переменных параметров, в представленной программе имеется функция по оптимизации конструкции дорожной одежды и технико-экономический анализ вариантов.

Поскольку оптимизация вручную чрезвычайно трудоёмка, проектируемую конструкцию дорожной одежды можно оптимизировать по различным критериям (цена, прочность и пр.), варьируя толщины слоёв.

Уникальной особенностью системы является библиотека типовых конструкций дорожной одежды. Достаточно ввести минимальный набор исходных параметров, в результате чего система предложит несколько подходящих вариантов конструкций. Следует отметить, что IndorPavement способна одновременно работать с несколькими вариантами конструкций, что позволяет

наглядно сравнивать их по расчётным критериям. С помощью библиотеки типовых решений можно подобрать примерные варианты дорожных одежд, которые наиболее распространены в различных дорожно-климатических зонах.

Помимо нового проектирования автомобильных дорог, на практике распространены проекты реконструкции, которые сопровождаются проектами реконструкции дорожных одежд.

В процессе эксплуатации дорожной конструкции под воздействием автомобильного движения, погодно-климатических и грунтово-гидрологических факторов происходит постепенное снижение её прочности, связанное с внутренними, необратимыми изменениями в каждом из конструктивных элементов. С целью оценки прочности конструкции проводят полевые испытания (линейные и контрольные), по результатам которых определяют фактические показатели прочности дорожной одежды. Если фактические величины оказываются меньше требуемых (расчётных), то для таких участков дорог рассчитываются толщины слоёв усиления. Также слои усиления могут быть спроектированы в качестве выравнивающих при фактических показателях прочности соответствующих требуемым показателям.

Отличительной особенностью при усилении дорожной одежды, является задание показателей прочности существующего дорожного покрытия, которое определяется с помощью полевых испытаний.

При строительстве автомобильных дорог и аэродромов всё большее распространение получают жёсткие дорожные одежды. Эти одежды имеют преимущества по сравнению с нежёсткими: высокую долговечность, устойчивость при воздействии эксплуатационных и климатических нагрузок.

К жёстким относятся дорожные одежды, имеющие покрытия:

- из цементобетона на основаниях из различных материалов (укреплённых и неукрепленных);
- из асфальтобетона на основаниях из цементобетона разной прочности;
- сборное железобетонное на основаниях различных видов.

Особенность расчета жестких дорожных одежд идентична по расчеты дорожных одежд нежесткого типа. Задаются исходные параметры, а затем добавляются материалы слоев дорожной одежды с особенностью для жестких дорожных одежд.

Завершающим этапом подготовки проекта по расчёту конструкции дорожной одежды является формирование отчётной документации. В системе она представлена в двух видах: чертёж и краткий отчёт по расчёту. Дополнительно по любому проекту в системе IndorPavement Expert можно сформировать расшифровку расчёта.

Чертёж может содержать расчётную и конструктивную схемы конструкции дорожной одежды, список материалов конструктивных слоёв, а также таблицы с расчётными параметрами и исходными данными проекта.

Таким образом программа автоматизированного проектирования дорожных одежд IndorPavement позволяет решить все задачи, которые требуются для составления полного отчета по подбору конструктивных слоев инженерного сооружения для данных условий проектирования.

Список литературы:

1. IndorPavement: Система расчёта дорожных одежд // <http://www.indor.ru> URL: <http://www.indor.ru/products/detail/530/> (дата обращения: 20.03.2016).
2. IndorPavement 9: Система расчёта дорожных одежд // <http://www.indorsoft.ru> URL: <http://www.indorsoft.ru/products/pavement/> (дата обращения: 20.03.2016).
3. Шнайдер В.А. РАСЧЁТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В ПРОГРАММЕ INDOR PAVEMENT Методические указания для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» и для бакалавров направления 270800 «Строительство». - Омск: СибАДИ, 2011. - 101 с.