



Обзор действующих нормативных документов для проектирования дорожных одежд

В настоящее время для расчета и конструирования дорожных одежд применяются следующие нормативные документы:

1. ГОСТ Р 52748-2007 «Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения»
2. ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд»
3. Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд (взамен ВСН 197-91)
4. ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности нежестких дорожных одежд»
5. ОДМ 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог»

Проектирование дорожных одежд с учетом свойств земляного полотна представляет собой единый процесс конструирования и расчета их на прочность, морозоустойчивость и дренирующую способность, а также технико-экономического обоснования вариантов.

Проектирование нежестких дорожных одежд

Конструкция проектируемой дорожной одежды принимается в зависимости от категории дороги, интенсивности и состава движения, имеющихся местных материалов, а также в зависимости от геологических и климатических условий.

Конструирование и расчет нежестких одежд автомобильных дорог общей сети должен выполняться с учетом требований **ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд»**. Им следует пользоваться при:

- проектировании одежд на вновь сооружаемых дорогах, на новых участках реконструируемых дорог;
- разработке каталогов и альбомов типовых решений по конструкциям дорожных одежд на дорогах общей сети.

Дорожную одежду проектируют так, чтобы за межремонтный срок не возникло разрушений и недопустимых остаточных деформаций, а также, чтобы воздействие природных факторов не приводило к недопустимым изменениям в ее элементах. Для оценки напряженного состояния конструкции используют решения теории упругости.

Экономичность конструкции определяют по результатам сопоставления вариантов с оценкой сравнительной экономической эффективности капитальных вложений по действующим нормативным документам. Расчетный срок службы проектируемой дорожной одежды и требуемый уровень проектной надежности назначается на основе норм, принимаемых административными органами по согласованию с региональными дорожными организациями.

Дорожная одежда проектируется с требуемым уровнем надежности, под которой понимают вероятность безотказной работы в течение межремонтного периода.

В качестве расчетной схемы нагружения дорожной конструкции колесом автомобиля принимается гибкий круговой штамп, передающий равномерно распределенную нагрузку.

Дорожные одежды на перегонах дорог рассчитываются на кратковременное многократное действие подвижных нагрузок. Принимаемые значения параметров прочностных и деформативных характеристик материалов и грунта в этом случае должны соответствовать указанному характеру приложения нагрузки. Одежды на остановках дополнительно проверяются на однократное нагружение при продолжительности нагружения не менее 10 мин (статическую нагрузку). Одежды на стоянках автомобилей и обочинах дорог рассчитываются на продолжительное нагружение (более 10 мин), то есть то же на статическую нагрузку.

Расчет прочности конструкции в целом ведется по допустимому упругому прогибу (или требуемому общему модулю упругости) материалах. Конструкция дорожной одежды, удовлетворяющая критерию упругого прогиба, дополнительно проверяется по двум независимым критериям:

- по критерию соответствия сдвигоустойчивости материалов конструктивных слоев и грунта возникающим в них касательным напряжениям;
- по критерию соответствия сопротивления материалов монолитных конструктивных слоев возникающим в них растягивающим напряжениям.

Расчет на статическую нагрузку ведется по критерию сдвига в грунте и слабосвязанных. При недостаточной величине коэффициента прочности по любому критерию конструкцию уточняют.

В районах сезонного промерзания грунтов земляного полотна при неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях, наряду с требуемой прочностью и устойчивостью должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд.

На участках с земляным полотном из слабофильтрующих грунтов требуется устройство дренажной системы дорожной одежды включающей: плоскостной горизонтальный дренаж, дополняемый, если требуется, прикромочным дренажом, а также поперечным дренажом мелкого заложения.

В 2008 году был введен в действие **ГОСТ Р 52748-2007 «Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения»**. Этот документ распространяется на проектирование строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог общего пользования. Согласно ГОСТ Р 52748-2007, нормативная нагрузка от автотранспортных средств принимается в виде:

- одной двуосной тележки с нагрузкой на ось равной АК;
- одной четырехосной тележки с нагрузкой на каждую ось равной НК, равномерно распределенной вдоль дороги.

Проектирование дорожных одежд выполняется на нагрузку АК, где $K = 11,5$ кН - для дорог 1 и 2 категорий, $K = 10$ кН - для дорог 3 и 4 категорий; $K = 6$ для дороги 5 категории.

Для проектирования дорожных одежд с применением геосинтетических материалов в 2010 году был введен в действие ОДМ 218.5.003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог». Этот документ носит рекомендательный характер.

Рекомендации содержат положения по применению геосинтетических материалов (геотекстильных нетканых и тканых материалов, георешеток, геокомпозитов, геоболочек) при выполнении земляных работ, устройстве и ремонте дорожных одежд, дренажей, сооружений, поверхностного водоотвода, для обеспечения устойчивости откосов.

В Рекомендациях приводятся методики контроля свойств геосинтетических материалов, общие конструктивные решения, особенности назначения и расчетного

обоснования конструктивных решений, а также технологии производства работ, необходимый справочный материал. Рекомендации применяются при проектировании вновь строящихся, реконструируемых и ремонтируемых автомобильных дорог, назначении технологии производства работ, разработке альбомов типовых конструкций, технологических карт. Рекомендации также могут использоваться производителями геосинтетических материалов при разработке, производстве, контроле качества материалов и разработке документов по оценке соответствия.

Согласно Рекомендациям, окончательно корректировку толщины слоев дорожной одежды выполняют на основе расчетов прочности по критериям ОДН 218.046-01 с введением в них за счет прослойки из коэффициентов усиления, назначенных в зависимости от прочности геосинтетического материала, общей толщины слоев дорожной одежды над прослойкой, значения их средневзвешенного модуля упругости и общего модуля упругости на уровне прослойки.

При усилении дорожных одежд применяют **ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности не-жестких дорожных одежд»**. Документ содержит нормы и указания по оценке прочности и расчёту усиления нежестких дорожных одежд. Им следует пользоваться при:

- разработке проектов на ремонт и реконструкцию автомобильных дорог;
- проведении обследований дорожных одежд с целью оценки их прочности;
- приемке автомобильных дорог в эксплуатацию.

В качестве обобщающего критерия несущей способности используется величина модуля упругости конструкции. Требуемые показатели прочности назначаются с учетом принятой расчетной нагрузки, её суммарной повторяемости за срок службы дорожной одежды, типа дорожного покрытия, общей толщины дорожной одежды, дорожно-климатической зоны и грунтово-гидрологических условий на обследуемом участке дороги.

По результатам полевых испытаний, обработанных методами математической статистики, определяются фактические показатели прочности дорожных одежд, затем они сопоставляются с величинами, требуемыми по условиям движения, и принимают решения по обеспечению несущей способности обследованных дорог. Требуемый показатель прочности дорожных одежд назначают с учетом многократно по-вторного воздействия расчетной нагрузки за рассматриваемый перспективный период времени.

Проектирование жестких дорожных одежд

Для расчета жестких дорожных одежд на внешние нагрузки используют методы строительной механики расчета плит на упругом основании. Различные методики основаны на общем дифференциальном уравнении, связывающим прогиб плиты под нагрузкой с осадкой поверхности основания. Наиболее опасным местом приложения нагрузки в монолитных бетонных покрытиях является внешний край плиты.

В случае сборного покрытия, рассматривают три схемы приложения нагрузки от колеса автомобиля на прямоугольную плиту: в центре плиты, на углу и в середине края.

Жесткие дорожные одежды рассчитывают на растяжение при изгибе, на напряжения сдвига в дренирующем слое, на допустимый упругий прогиб, а также на температурные напряжения.

Проектирование дорожных одежд с монолитным цементнобетонным покрытием или основанием, а также сборных покрытий ведется согласно «Методическим рекомендациям по проектированию жестких дорожных одежд» (взамен ВСН 197-91), введенных в действие распоряжением Минтранса России № ОС-1066-р от 03.12.2003 г. Рекомендации распространяются на проектирование жестких дорожных одежд автомо-бильных дорог общего пользования, подъездных дорог к промышленным предприятиям, внутрихозяйственных сельских дорог различных категорий с покрытиями:

- цементобетонными монолитными на различных видах основания;
- асфальтобетонными на основаниях из цементобетона;
- сборными из предварительно напряженного железобетона, железобетона, армобетона на различных видах основания.

Основными положениями раздела конструирования надлежит пользоваться при назначении вида покрытия и его минимально необходимой толщины, швов сжатия и расширения в покрытии, их конструкции, предельных расстояний между швами; при выборе материалов для устройства слоев основания и назначении их минимальной толщины; при выборе материалов для устройства дополнительных слоев основания.

Расчет ведется путем проверок предварительно назначенной конструкции дорожной одежды:

- по прочности верхних слоев дорожной одежды;
- по прочности и устойчивости земляного полотна и слоев основания на сдвиг и по накоплению уступов в поперечных швах покрытия;
- по устойчивости в продольном направлении покрытия в жаркое время года;
- по прочности стыковых и монтажных соединений;
- по устойчивости дорожной одежды к воздействию морозного пучения;
- по способности дренирующего слоя основания отводить влагу в весенний период.

Расчетом определяются толщины покрытия и слоев основания, расстояние между попе-речными швами, количество штырей в швах расширения и сжатия.

В целом, последовательность расчета жестких дорожных одежд с монолитными слоями повторяет методику расчета нежестких. Отличия, освещенные в соответствующих пунктах Рекомендаций, заключаются в расчете монолитных цементнобетонных покрытий и асфальтобетонных покрытий с цементным основанием.

Автоматизированное проектирование дорожных одежд

Проектирования дорожной одежды является очень трудоемким и весьма ответственным процессом, требующим от проектировщика не только значительных затрат времени на выполнение расчетов, но и высокой квалификации. Практическая реализация методик проектирования дорожных одежд становится возможной только благодаря применению современного программного обеспечения.

Одним из наиболее распространенных программных продуктов для проектирования автомобильных дорог является комплекс Топоматик Robur, в состав которого, наряду с модулями обработки геодезических данных, проектирования плана, профиля и поперечников, выравнивания покрытия и оценки проектного решения, входит блок задач по расчету дорожных одежд как нежесткого, так и жесткого типа.

Программа применима для проектирования как для вновь сооружаемых дорожных одежд, так и реконструируемых (усиляемых), а также для оценки прочности существующих конструкций.

В алгоритм расчета заложены рекомендации всех вышеперечисленных нормативных документов. В программе реализованы следующие расчеты:

- На прочность (по упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев, на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению на растяжение при изгибе, на статическую нагрузку);
- На морозоустойчивость;
- Расчет дренающего слоя.

Расчет выполняется на стандартные нагрузки А1 (АК10), А2, А3, А 11.5 (АК11.5), АК 6 или любую другую, составляющую не менее 10 % от состава грузового движения.

В качестве исходных данных задаются интенсивность движения по видам транспорта на любой год эксплуатации дороги и коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения.

Требуемый модуль упругости и допускаемое напряжение на изгиб определяются с учетом суммарного количества проходов транспорта по одному следу за срок службы дорожной одежды, либо суточной интенсивности в обоих направлениях.

Расчетные характеристики конструктивных слоев дорожной одежды выбираются из стандартной базы данных. Имеется возможность вводить в базу данных новые материалы и задавать их характеристики.

Программа позволяет автоматически выполнять перебор толщин конструктивных слоев дорожной одежды в заданных пределах и с заданным шагом. Варианты конструкций, отвечающих условиям прочности, упорядочиваются по критерию стоимости.

Результаты расчета могут быть, как непосредственно распечатаны на принтере в текстовом виде, так и сохранены в документе в виде таблицы или чертежа.

Составитель: канд. техн. наук
М.А. Овчинников