

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

6.1 Элементы дорожной одежды и этапы её проектирования

6.2 Особенности проектирования дорожных одежд в городских условиях

6.3 Проектирование нежестких дорожных одежд

6.1 Элементы дорожной одежды и этапы её проектирования

Дорожная одежда (ДО) – это инженерная многослойная конструкция, воспринимающая нагрузку от транспортных средств и передающая её на грунтовое основание или подстилающую грунт.

В многослойных конструкциях различают следующие элементы дорожной одежды:

Покрытие – это верхняя часть ДО, воспринимающая усилия от колёс транспортных средств и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов.

Основание – часть конструкции ДО, расположенная под покрытием. Оно обеспечивает совместно с покрытием перераспределение напряжений в конструкции, а также морозоустойчивость и осушение конструкции.

При наличии неблагоприятных погодных-климатических и грунтово-гидрологических условий между несущим основанием и подстилающим грунтом устраивают *дополнительные слои основания*.

Процедура конструирования ДО включает [1]:

- выбор покрытия;
- назначение числа конструктивных слоев с выбором материалов, размещение слоев в конструкции и назначение их ориентировочных толщин так, чтобы наилучшим образом проявились их грузораспределяющая и деформативная способности, прочностные и теплофизические свойства;
- назначение морозо- или теплозащитных мер, а также мер по повышению трещиностойкости и сдвигоустойчивости слоев, чувствительных к тепловлажностным воздействиям.

6.2 Особенности проектирования дорожных одежд в городских условиях

При проектировании дорожных одежд в городских условиях имеются некоторые особенности [1].

1. В городских условиях диапазон варьирования проектных отметок продольного профиля ограничен архитектурно-планировочными требованиями.

2. Происходит временный сбор воды у кромок проезжей части с последующим её отводом через ливневую канализацию. На дорогах общего пользования

вода, как правило, стекает с проезжей части на обочины и откосы земляного полотна, благодаря выпуклому очертанию поперечного профиля, и собирается в кюветах.

3. В ряде случаев под проезжей частью, покрытой дорожной одеждой, требуется разместить электрические, водопроводные и другие коммуникации.

4. Требуется устраивать сопряжения дорожной одежды с люками инженерных коммуникаций и трамвайными путями.

5. Улицы или городская дорога расположена в непосредственной близости от жилых построек.

6. присутствуют участки, где наблюдаются частые разгоны и торможения транспортных средств на проезжей части, а также участков остановки общественного транспорта с наибольшим совпадением траекторий движения колес транспортных средств.

К дорожным одеждам в городе предъявляют повышенные требования к водонепроницаемости, беспыльности, бесшумности покрытий, к ремонтпригодности.

Городские улицы и дороги проектируют по нормам дорог общего пользования, при этом имеет место соответствие групп улиц категориям дорог общего пользования, приведённое в табл. 6.1 [1,2].

Таблица 6.1

Группа	Категория улиц и городских дорог	Аналог категории дороги общего пользования
1	Магистральные дороги скоростного и регулируемого движения, Магистральные улицы общегородского значения (непрерывного и регулируемого движения)	I - II
2	Магистральные улицы районного значения (транспортно-пешеходные и пешеходно-транспортные)	II
3	Улицы, дороги местного значения (улицы в жилой застройке и улицы и дороги производственных, промышленных и коммунально-складских зонах)	III
4	Пешеходные улицы и дороги, парковые дороги	IV - V

В задачу расчета дорожных одежд входит определение толщин слоев одежды в вариантах, намеченных при конструировании, или выбор материалов с соот-

ветствующими деформационными и прочностными характеристиками при заданных толщинах слоев.

Дорожные одежды рассчитывают по нескольким условиям, обеспечивающим требуемый уровень надежности и долговечности конструкции: по *основным* критериям прочности и *дополнительным*: морозоустойчивости и осушению.

6.3 Проектирование нежестких дорожных одежд

Дорожную одежду проектируют с требуемым уровнем *надежности*, под которой понимают *вероятность безотказной работы* в течение межремонтного периода. Отказ конструкции по прочности физически может характеризоваться образованием продольной и поперечной неровности поверхности дорожной одежды, связанной с прочностью конструкции (поперечные неровности, колея, усталостные трещины), с последующим развитием других видов деформаций и разрушений (частые трещины, сетка трещин, выбоины, просадки, проломы и т.д.).

В качестве количественного показателя отказа дорожной одежды как элемента инженерного сооружения линейного характера используют *предельный коэффициент разрушения* K_p^{np} , представляющий собой отношение суммарной протяженности (или суммарной площади) участков дороги, требующих ремонта из-за недостаточной прочности дорожной одежды, к общей протяженности (или общей площади) дороги между корреспондирующими пунктами. В зависимости от категории дороги для капитального типа дорожной одежды 0,05 и 0,1 [4].

По предельному коэффициенту разрушения назначается *коэффициент прочности*, для которого сформулированы критерии прочности конструкции. Для нежестких дорожных одежд капитального и облегченного типов расчёт на прочность выполняют по трем критериям (*основные критерии*):

1. По допустимому (упругому) прогибу. Конструкция проверяется на прочность по критерию:

$$\frac{E_{\text{общ}}^i}{E_{\text{тр}}} \geq K_{\text{пр}}, \quad (6.1)$$

где $E_{\text{общ}}^i$ - общий модуль упругости на поверхности i -го слоя дорожной одежды; $E_{\text{тр}}$ - требуемый модуль упругости, зависящий от расчётной интенсивности нагрузки; $K_{\text{пр}}$ - коэффициент прочности, который должна иметь дорожная одежда к концу межремонтного периода.

2. Расчёт на сдвиг грунта земляного полотна и малосвязных конструктивных слоёв дорожной одежды. В качестве критерия устойчивости против сдвига принято условие:

$$\frac{T_{доп}}{T_{max}} > K_{пр}, \quad (6.2)$$

$T_{доп}$ – допустимое напряжение сдвига грунта, T_{max} – максимальное сдвигающее напряжение от расчётной нагрузки.

3. Монолитные слои конструкции (асфальтобетон, материалы, обработанные вяжущим) рассчитывают *на прочность при изгибе* по критерию

$$\frac{R_u}{\sigma_r} > K_{пр}, \quad (6.3)$$

где R_u – предельно допустимое растягивающее напряжение для материала монолитного слоя, σ_r – наибольшее растягивающее напряжение в монолитном слое.

Коэффициент прочности $K_{пр}$ зависит от типа дорожной одежды, категории дороги и критерия расчета (1-3). Его принимают по таблицам [4]. Для обеспечения заданной надежности (обеспеченности по прочности) коэффициент прочности проектируемой конструкции по каждому из расчетных критериев не должен быть ниже минимального требуемого значения.

В расчетах дорожной одежды задают нагрузку на ось для дорог I и II категории - **115 кН** и **100 кН** - для дорог III и IV категории [3]. Также в расчётной нагрузке учитывают **перспективную интенсивность движения** автомобилей различных типов, которую приводят к интенсивности воздействия расчётной нагрузки на одну наиболее нагруженную полосу проезжей части. Для автомобильных дорог с многополосной проезжей частью дорожную одежду для всех полос движения рассчитывают на одинаковую наибольшую расчетную нагрузку.

В результате расчета по критерию упругого прогиба назначаются толщины конструктивных слоев и их модули упругости таким образом, чтобы общий модуль упругости дорожной одежды был не менее требуемого с учетом соответствующего коэффициента прочности (6.1).

Напряжения в конструктивных слоях и в подстилающем грунте от воздействия транспортной нагрузки вычисляют по формулам теории упругости для слоистой среды, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой через гибкий круглый штамп, с учетом условий на контакте слоев.

При этом используют приближенные методы, основанные на упрощенных расчетных схемах и построенных на их основе номограммах.

4. *Расчёт дорожной одежды на морозоустойчивость* (зимнее пучение). Расчёт на морозоустойчивость проводят для неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях. К ним относятся II и III типы местности по увлажнению в I – III дорожно-климатических зонах при наличии пылеватых грунтов в

верхней части земляного полотна. Расчёт выполняют путем определения величины ожидаемого пучения грунта рабочего слоя земляного полотна и сравнения её с допускаемой для данной конструкции величиной.

Его осуществляют по критерию

$$l_{доп} \geq (l_{пуч} + l_{мз}), \quad (6.4)$$

где $l_{доп}$ – допустимая величина вспучивания покрытия, $l_{пуч}$ – расчётная величина пучения грунта земляного полотна, $l_{мз}$ – расчётная величина пучения материала морозозащитного слоя.

5. Расчёт на осушение должен предусматривать определение толщины дренарующего слоя при заданном коэффициенте фильтрации материала слоя.

Источники информации

1. Проектирование городских улиц и дорог: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. В.И. Жуков, С.В. Копылов; под ред. В.И. Жукова. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 80 с.

2. СП 42.133330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуал. редакция СНиП 2.07.01-89* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М, 2010. – 113 с.

3. ГОСТ Р 52748–2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения и габариты приближения. М.: Стандартиформ, 2008. 11 с.

4. ОДН 218.046-01 Отраслевые дорожные нормы. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М, 2001. – 99 с.

4. Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений / Центральный научно-иссл. и проектный институт по градостроительству Минстроя России. – М, 1994. – 94 с.