

## 2 КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

### 2.1 Задачи и принципы конструирования дорожных одежд

Процедура конструирования дорожных одежд (ДО) включает в себя:

- выбор покрытия;
- назначение числа конструктивных слоёв с выбором материалов и назначение их ориентировочных толщин. Обычно конструкция ДО состоит из одно- или двухслойного покрытия, основания, также состоящего из нескольких слоёв, и дополнительного слоя основания;
- назначение морозо- или теплозащитных мер, а также мер по повышению трещиностойкости и сдвигоустойчивости слоёв, чувствительных к тепловлажностным воздействиям.

Материалы слоёв должны располагаться по толщине ДО с учётом прочности. Прочность слоя материала должна убывать сверху – вниз. Желательно, чтобы отношение модулей упругости смежных материалов находилось в пределах

$$\frac{E_1}{E_2} = 5:6.$$

Обычно дорожные одежды капитального типа проектируют на дорогах I-й и II-й категории и на дорогах III-й и IV категории с большой долей большегрузного транспорта. Капитальные покрытия устраивают из горячих асфальтобетонных смесей (см. табл. 1.1).

Дорожные одежды облегченного типа устраивают на дорогах III-й и IV-й категории [1, 2]. Покрытия в этом случае делают: из горячих и холодных асфальтобетонных смесей; чёрного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой и т.д. (см. табл. 1.1).

Вид, марку и тип асфальтобетона для покрытия назначают в соответствии с положениями действующих СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» и ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия» [3,4].

Одной из основных задач при конструировании пакета асфальтобетонных слоёв является оптимизация толщины верхнего слоя из плотного или высокоплотного асфальтобетона.

**Асфальтобетонное покрытие и основание должны быть, как правило, однослойным.** Двухслойное асфальтобетонное основание допустимо применять

лишь при необходимости использования в нижнем слое основания асфальтобетона с пониженной сдвигоустойчивостью (высокопористый, песчаный).

## 2.2 Классификация асфальтобетонных смесей по ГОСТ 9128-2013

*Асфальтобетонная смесь* – это рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него) с битумом, взятых в определённых соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии. *Асфальтобетон* – это уплотнённая асфальтобетонная смесь.

В зависимости от вида минеральной составляющей смеси подразделяют на щебёночные, гравийные и песчаные.

*горячие* асфальтобетонные смеси – это смеси на вязких и жидких нефтяных дорожных битумах, применяемые непосредственно после приготовления с температурой не ниже 120 °С.

*холодные* асфальтобетонные смеси – смеси на жидких нефтяных дорожных битумах, допускаемые к длительному хранению и применяемые с температурой не ниже 5 °С.

В зависимости от наибольшего размера зёрен минеральных материалов смеси подразделяют на:

*крупнозернистые* – с зёрнами размером до 40 мм;

*мелкозернистые* – с зёрнами размером до 20 мм;

*песчаные* – с зёрнами размером до 10 мм.

В зависимости от значения остаточной пористости  $\varepsilon$  горячие асфальтобетонные смеси подразделяют на:

*высокоплотные*  $1 < \varepsilon \leq 2,5 \%$ ;

*плотные*  $2,5 < \varepsilon \leq 5 \%$ ;

*пористые*  $5 < \varepsilon \leq 10 \%$ ;

*высокопористые*  $\varepsilon > 10\%$ .

Холодные асфальтобетоны должны иметь остаточную пористость  $6 < \varepsilon \leq 10\%$ .

В зависимости от содержания в асфальтобетонных смесях щебня (гравия)  $C_{щ}$  горячие щебёночные и гравийные асфальтобетонные смеси и плотные асфальтобетоны подразделяют на типы:

**А** –  $50\% < C_{щ} \leq 60\%$ ;

**Б** –  $40\% < C_{щ} \leq 50\%$ ;

**В** –  $30\% < C_{щ} \leq 40\%$ .

Холодные щебёночные или гравийные асфальтобетонные смеси и плотные асфальтобетоны подразделяют на типы:

**Бх** –  $40\% < C_{щ} \leq 50\%$ ;

$V_x - 30\% < C_{щ} \leq 40\%$ .

Горячие песчаные смеси и асфальтобетоны в зависимости от вида песка подразделяются на типы Г (на песках из отсевов) и Д (на природных песках или смесях природных песков с отсевами дробления).

Холодные песчаные смеси и асфальтобетоны в зависимости от вида песка подразделяются на типы Гх (на песках из отсевов) и Дх (на природных песках или смесях природных песков с отсевами дробления).

Смеси и асфальтобетоны в зависимости от показателей физико-механических свойств и применяемых материалов подразделяют на марки, указанные в табл. 2.1 [4].

Таблица 2.1(ГОСТ 9128-2013, табл. 1) – Марки асфальтобетонных смесей

Вид и тип смесей из асфальтобетона			Марка
по температуре	по плотности	тип	
горячие	высокоплотные		I
	плотные	A	I, II
		B, Г	I, II, III
		B, Д	II, III
	пористые		I, II
высокопористые щебёночные		I	
	высокопористые песчаные		II
холодные	$6 < \varepsilon \leq 10 \%$	Bх, Вх	I, II
		Гх	I, II
		Дх	II
	высокопористые щебёночные		I

### 2.3 Конструирование покрытий дорожных одежд капитального типа

Покрытия устраивают из *горячих* асфальтобетонных смесей. На дорогах I, II-й категорий в верхнем слое дорожной одежды используется *плотный асфальтобетон I-й марки мелкозернистый* (щебёночный или гравийный) типов А, Б и песчаный типа Г.

Марка битума назначается в соответствии с приложением А к ГОСТ 9128-2013 в зависимости от категории дороги и дорожно-климатической зоны (см. Приложение). В табл. 2.2 приведены марки битума, используемые в II и III дорожно-климатических зонах, в соответствии с ГОСТ 9128-2013.

Таблица 2.2 – Применяемые марки битума для капитальных покрытий во II и III дорожно-климатических зонах

Вид асфальто-бетона	Категория автомобильной дороги					
	I, II		III		IV	
	Типы и марка смеси	Марка битума	Типы и марка смеси	Марка битума	Типы и марка смеси	Марка битума
Плотный из горячих смесей	Типы А, Б, В, Г марка I	БНД 60/90 БНД 90/130	Типы А, Б, В, Г, Д марка II	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130	Типы Б, В, Г, Д марка III	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130

## 2.4 Конструирование покрытий дорожных одежд облегченного типа

Дорожные одежды *облегченного типа с асфальтобетонным и дёгтебетонным покрытием* устраивают на дорогах III и IV категорий и на первой стадии двухстадийного строительства дорог II категории:

1. Верхний слой из горячих асфальтобетонных смесей – плотный мелкозернистый щебёночный (гравийный).

На дорогах III категории – II-й марки типов А, Б и В и песчаный асфальтобетон типов Г и Д.

На дорогах IV-й категории – III-й марки типов Б и В, песчаный типов Г и Д.

2. Верхний слой из холодных асфальтобетонных смесей – асфальтобетон мелкозернистый щебёночный (гравийный).

На дорогах III категории – I-й марки типов Бх и Вх и песчаный асфальтобетон типов Гх.

На дорогах IV-й категории – II-й марки типов Бх и Вх, песчаный типов Гх и Дх.

3. Покрытие из пористого асфальтобетона с устройством поверхностной обработки или из высокопористого асфальтобетона с устройством двойной поверхностной обработки допускается устраивать на дорогах с перспективной интенсивностью движения до 3000 авт./сут и при стадийном строительстве.

Соответствующие марки смеси и марки битума приведены в табл. 2.3. Для Красноярского края используется битум марки БНД 90/130.

4. *Из органоминеральных смесей:* с жидкими органическими вяжущими; с жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными; с вязкими, в том числе эмульгированными органическими вяжущими; с эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными.

Таблица 2.3 – Применяемые марки битума для облегченных покрытий во II и III дорожно-климатических зонах

Вид асфальтобетона	Категория автомобильной дороги			
	III		IV	
	Марка смеси	Марка битума	Марка смеси	Марка битума
Плотный из горячих смесей	Типы А, Б, В, Г, Д марка II	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130	Типы Б, В, Г, Д марка III	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130
Из холодных смесей	I	СГ 70/130	II	СГ 70/130 МГ 70/130 МГО 70/130

5. Из каменных материалов и грунтов, обработанных битумом по способу смешения на дороге или методами пропитки.

6. Из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими методом пропитки.

7. Чёрного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки.

8. Из прочного щебня с двойной поверхностной обработкой.

Дорожные одежды с покрытием из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими устраивают на дорогах IV и V категорий.

## 2.5 Назначение толщины покрытия

Предварительно толщину покрытия из асфальтобетона облегченных дорожных одежд следует назначать равной 4-6 см, а при использовании других материалов (дөгтебетонные, из чёрного щебня, из щебня, обработанного вяжущими по способу пропитки, из крупнообломочных материалов, из песчаных или супесчаных грунтов, обработанных в установке битумной эмульсией совместно с цементом) – равной 6-8 см. Окончательно толщину покрытия устанавливают расчётом.

Независимо от результатов расчёта на прочность дорожной одежды толщины конструктивных слоев в уплотненном состоянии следует принимать не менее приведенных в табл. 2.4 значений.

Если асфальтобетонные слои и слои, содержащие органическое вяжущее, укладывают на слои основания, укрепленные цементом, то толщину слоёв из материалов, содержащих органическое вяжущее (для ограничения появления «отражённых» трещин на покрытии) нужно принимать, как правило, не менее толщины слоёв, укрепленных цементом. При этом минимальная толщина слоёв с органическими вяжущими должна соответствовать данным табл. 2.5.

Таблица 2.4 (СП 34.13330.2012, табл. 8.9) – Минимальная толщина слоёв дорожной одежды

Материалы слоёв дорожной одежды	Толщина слоя, см	
Крупнозернистый асфальтобетон (с размером зёрен до 40 мм)	7	
Мелкозернистый асфальтобетон (с размером зёрен до 20 мм)	5	
Щебёночно-мастичный асфальтобетон (до 10 мм) и песчаный асфальтобетон (до 5 мм)	3	
Щебёночные (гравийные) материалы, обработанные органическим вяжущим	8	
Щебень, обработанный органическим вяжущим по способу пропитки	8	
Щебёночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущими:	на песчаном основании	15
	на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта)	8
Каменные материалы и грунты, обработанные органическими или неорганическими вяжущими	10	

**Примечание:** Толщину конструктивного слоя следует принимать во всех случаях не менее двойного размера наиболее крупной фракции применяемого минерального материала.

Таблица 2.5 (СП 34.13330.2012, табл. 7.6) – Ограничения на толщину слоёв

Тип дорожной одежды	Наименьшая толщина слоёв из материалов, содержащих органическое вяжущее, уложенных на слои, укрепленные цементом, см
Капитальные	18
Облегченные	12

Пример конструкции дорожной одежды капитального типа.

1. *1-й слой покрытия.* Горячий мелкозернистый плотный асфальтобетон. Тип Б, марка II – 5 см.
2. *2-й слой покрытия.* Горячий крупнозернистый пористый асфальтобетон – 7 см.
3. *Основание.* Фракционированный щебень, уложенный по способу заклинки – 20 см.
4. *Дополнительный слой.* Гравийно-песчаная смесь С4 – 35 см.
5. *Грунт земляного полотна* – суглинок легкий.

### Источники информации

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

2. 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.

3. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуал. редакция СНиП 2.05.02-85\* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. – М., 2013. – 139 с.

4. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. – М., ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 54 с.

5. ГОСТ 25607-2009 Смеси щебёночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

6. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.

7. ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения / М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. – 8 с.

8. ГОСТ Р 27.002-2009 Надёжность в технике. Термины и определения.

9. Строительный справочник [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://spravkidoc.ru/strojka/normativnaya-glubina-promerzaniya-grunta-dlya-gorodov-rossii.html>

## Приложение А (ГОСТ 9128-2013)

Область применения асфальтобетонов при устройстве верхних слоев покрытий  
автомобильных дорог и городских улиц

Дорожно-климатическая зона	Вид асфальтобетона	Категория автомобильных дорог					
		I, II		III		IV	
		марка смеси	марка вяжущего	марка смеси	марка вяжущего	марка смеси	марка вяжущего
I	Плотный и высокоплотный	I	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300	II	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 СГ 130/200 МГ 130/200 МГО 130/200	III	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 СГ 130/200 МГ 130/200 МГО 130/200
Из холодных смесей			I	СГ 70/130 СГ 130/200	II	СГ 70/130 СГ 130/200 МГ 70/130 МГ 130/200 МГО 70/130 МГО 130/200	
IV, V	Плотный	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130	III	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130