




ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автомобильные дороги»

Практикум
по дисциплине
«Новые композиционные дорожно-
строительные материалы»

**«Асфальтобетон,
цементобетон и
органоминеральные
смеси»**



Авторы
Чернов С.А.,
Голубин К.Д.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для магистрантов направления подготовки 08.04.01. «Строительство», изучающих дисциплину «Новые композиционные дорожно-строительные материалы», для выполнения лабораторных и практических занятий.

Авторы

к.т.н., доцент
кафедры «Автомобильные дороги»
Чернов С.А.
ассистент
кафедры «Автомобильные дороги»
Голубин К.Д.





Оглавление

Практическая работа № 1 Основные принципы получения цементобетонов с заданными свойствами.....	4
Удобоукладываемость бетонной смеси Требования к удобоукладываемости бетонной смеси	5
Определение подвижности бетонной смеси.....	6
Определение жесткости бетонной смеси	7
Определение начального состава бетона Установление расхода воды на 1 м ³ бетона	8
Расчет значения цементно-водного отношения	10
Определение расхода крупного заполнителя на 1 м ³ бетона ..	11
Установление расхода песка на 1 м ³ бетона	12
Определение расчетной плотности бетонной смеси	12
Определение пористости бетонной смеси.....	12
Практическая работа №2 Основные принципы получения асфальтобетонов с заданными свойствами	13
Проектирование состава асфальтобетона	14
Формы и размеры образцов	16
Определение средней плотности уплотненного материала.....	19
Определение водонасыщения.....	20
Определение предела прочности при сжатии	23
Определение предела прочности на растяжение при расколе	25
Определение предела прочности на растяжение при изгибе и показателей деформативности.....	26
Определение характеристик сдвигоустойчивости	28
Практическая работа № 3 Цветные бетоны, полимербетоны и асфальтобетоны для дорожного и гражданского строительства.	32
Характеристика исходных материалов	35
Технология приготовления цветного пластобетона	37
Практическая работа № 4 Органоминеральные смеси в дорожном строительстве	38
ОМС, содержащие в своем составе воду	39
ОМС, не содержащие воду.....	40
Область применения органоминеральных смесей	42
Основные требования к материалам для тонких и сверхтонких слоев.....	43
Основные требования к материалам для конструктивных слоев дорожных одежд	45
Сравнительный анализ органоминеральных смесей.....	45
ЛИТЕРАТУРА.....	49

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Подбор состава бетона включает: определение номинального состава, расчет и корректировку рабочего состава.

Бетон — это искусственный камневидный материал, который получают в результате затвердевания тщательно перемешанной смеси из вяжущего вещества, воды, мелкого и крупного заполнителей и различных добавок. До затвердевания эту смесь называют **бетонной смесью**.

Состав бетона — это рациональное соотношение между его компонентами, обеспечивающее получение бетона с требуемыми показателями качества при минимуме материальных и энергетических затрат.

Исходные данные для определения состава бетона содержатся в нормативном или техническом документе, по которому изготавливают конструкцию или бетонную смесь.

Задание на проектирование состава тяжелого бетона включает, по меньшей мере, два требования: получить бетонную смесь заданной удобоукладываемости, а бетон — необходимой прочности. В ряде случаев, обусловленных специфическими условиями эксплуатации конструкции, главными могут стать требования по морозостойкости, водонепроницаемости или коррозионной стойкости бетона.

Правильное определение состава — одна из важнейших задач в технологии бетона, решаемая в соответствии с ГОСТ 27006. Этот стандарт разрешает применять любые методики, пособия и рекомендации, обеспечивающие достижение необходимого результата. Однако, наиболее часто в этих целях используют **расчетно-экспериментальный метод абсолютных объемов**, предложенный известным русским ученым в области строительных материалов Б.Г. Скрамтаевым.

По этому методу проектирование осуществляют в следующей последовательности:

- испытания исходных материалов и установление их пригодности для применения в бетоне требуемого качества (выполнено в предшествующих лабораторных работах);
- предварительный расчет расхода материалов на пробные замесы;

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

- корректирование составов пробных замесов;
- определение расхода материалов на 1 м³ бетонной смеси.

Удобоукладываемость бетонной смеси Требования к удобоукладываемости бетонной смеси

Удобоукладываемостью бетонной смеси называют ее способность заполнять форму, образуя в результате уплотнения плотную, однородную массу. Удобоукладываемость бетонной смеси оценивают по показателям подвижности или жесткости, определяемым по методикам ГОСТ 10181 и приведенным в 3.2 и 3.3.

Классификация бетонных смесей по удобоукладываемости в соответствии с требованиями ГОСТ 7473 приведена в таблице 1.

Таблица 1 — Классификация бетонных смесей по удобоукладываемости

Марка по удобоукладываемости	Норма удобоукладываемости по		
	жесткости, с	подвижности, см	
		осадка конуса	распływ конуса
Сверхжесткие смеси			
СЖ3	Более 100	-	-
СЖ2	51-100	-	-
СЖ1	50 и менее	-	-
Жесткие смеси			
Ж4	31-60	-	-
Ж3	21-30	-	-
Ж2	11-20	-	-
Ж1	5-10	-	-
Подвижные смеси			
П1	4 и менее	1-4	-
П2	-	5-9	-
П3	-	10-15	-
П4	-	16-20	26-30
П5	-	21 и более	31 и более

Удобоукладываемость бетонной смеси (подвижность или жесткость) принимают в зависимости от размеров конструкции, густоты армирования, способов укладки и уплотнения бетонной смеси.

Определение подвижности бетонной смеси

Подвижность характеризуется измеряемой в сантиметрах величиной осадки (ОК) или расплыва (РК) конуса, отформованного из пластичной бетонной смеси. Расплыв конуса характеризует удобоукладываемость бетонной смеси марок П4 и П5. Для определения подвижности бетонной смеси с зернами заполнителя наибольшей крупностью до 40 мм включительно используют прибор, представляющий собой усеченный конус, изготовленный из тонкой листовой стали (рисунок 1).

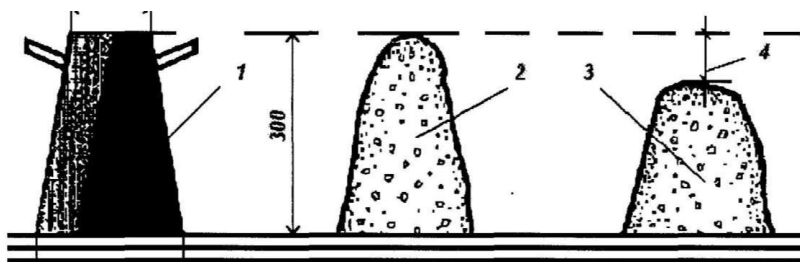


Рисунок 1 — Определение подвижности бетонной смеси

- 1 — металлический конус; 2 — жесткая смесь;
3 — подвижная смесь; 4 — осадка конуса

Перед испытаниями поверхности конуса и приспособлений, соприкасающиеся с бетонной смесью, очищают и протирают влажной тканью.

Конус устанавливают на гладкий металлический лист и заполняют его бетонной смесью марок П1, П2 или П3 через воронку в три слоя одинаковой высоты. Каждый слой уплотняют штыкованием металлическим стержнем 25 раз. После уплотнения бетонной смеси воронку снимают, и избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса. Бетонной смесью марок П4 и П5 конус заполняют в один прием и штыкуют 10 раз. Конус во время заполнения и штыкования должен быть плотно прижат к листу. Время от начала заполнения конуса до его снятия не должно превышать 3 мин. Конус плавно снимают с отформо-

ванной бетонной смеси в строго вертикальном направлении и устанавливают рядом с ней. Время, затраченное на подъем конуса, должно составлять 5-7 с. **Осадку конуса** бетонной смеси определяют, укладывая гладкий стержень на верх формы и измеряя расстояние от нижней поверхности стержня до верха осевшей бетонной смеси (рисунок 1).

Распływ конуса бетонной смеси оценивают по нижнему диаметру лепешки в сантиметрах, образовавшейся в результате расплыва бетонной смеси при определении подвижности по осадке конуса.

Диаметр лепешки измеряют металлической линейкой в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Осадку и распływ конуса одной пробы бетонной смеси определяют дважды и вычисляют среднее арифметическое полученных результатов с округлением до 1,0 см. Общее время испытания не должно превышать 10 мин.

Определение жесткости бетонной смеси

Жесткость бетонной смеси характеризуется временем вибрации (в секундах), необходимым для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса бетонной смеси в приборе для определения жесткости (рисунок 2).

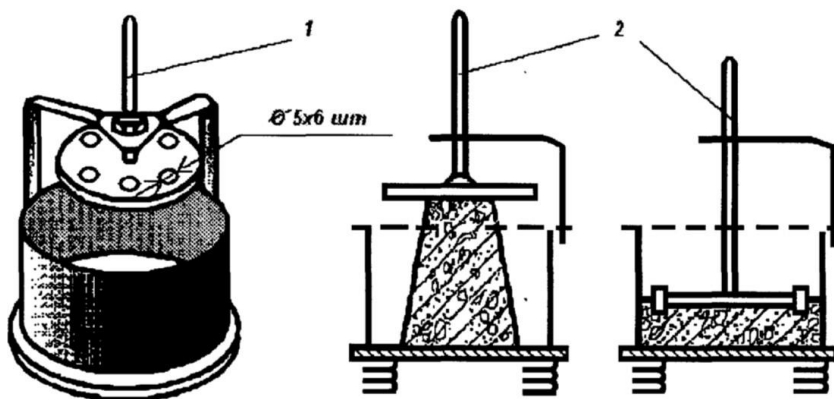


Рисунок 2 — Определение жесткости бетонной смеси
1 — прибор для определения жесткости; 2— схема испытаний

Перед испытанием прибор и приспособления тщательно

очищают и все поверхности, соприкасающиеся с бетонной смесью, протирают влажной тканью. Прибор устанавливают и жестко фиксируют на виброплощадке, имеющей стандартные характеристики (частота колебаний 50 Гц, амплитуда колебаний в ненагруженном состоянии 0,5 мм).

В цилиндрическое кольцо прибора, вставляют и закрепляют специальными ручками конус. Заполнение конуса прибора бетонной смесью производят так же, как при определении подвижности. После этого стальную форму конуса снимают и, поворачивая штатив, плавно опускают стальной диск с шестью отверстиями на поверхность отформованного конуса из бетонной смеси. Общая масса диска с шайбой и штангой составляет 2750 г, что создает при уплотнении пригруз около 9 г/см².

Затем одновременно включают виброплощадку и секундомер и наблюдают за выравниванием и уплотнением бетонной смеси. Вибрирование производят до тех пор, пока не начнется выделение цементного теста из любых двух отверстий диска.

В этот момент выключают секундомер и вибратор. Полученное время (в секундах) характеризует жесткость бетонной смеси.

Жесткость бетонной смеси вычисляют с округлением до 1 с как среднее арифметическое результатов двух определений жесткости из одной пробы смеси.

Определение начального состава бетона Установление расхода воды на 1 м³ бетона

Расход воды B , л, на 1 м³ уплотненной бетонной смеси определяют по графику, представленному на рисунке 3 с учетом указаний, приведенных в примечаниях к этому графику:

- расход воды в соответствии с заданной маркой бетонной смеси по удобоукладываемости _____ л;
- поправка на вид цемента _____ л;
- поправка на вид мелкого заполнителя _____ л;
- поправка на вид крупного заполнителя _____ л.

Таким образом, расход воды на 1 м³ бетона составляет _____ л.

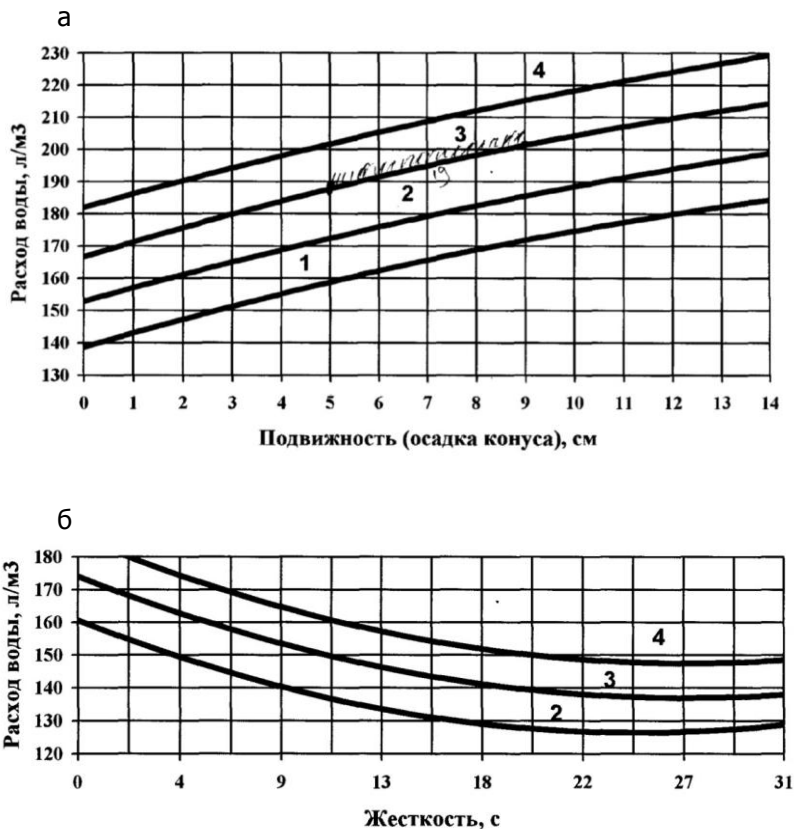


Рисунок 3 — Водопотребность (В) бетонной смеси, приготовленной с применением портландцемента, песка средней крупности и гравия

1 — наибольшая крупность гравия 80 мм; 2 — то же, 40 мм;
 3 — то же, 20 мм; 4 — то же, 10 мм; а — подвижные смеси; б — жесткие смеси

Примечания:

1) При использовании щебня вместо гравия расход воды увеличивают на 10 л;

2) При применении шлакопортландцемента и пуццоланового порландцемента расход воды увеличивают соответственно на 10 и 20 л;

3) При использовании мелкого и очень мелкого песка расход воды увеличивают соответственно на 10 и 20 л, при примене-

нии крупного песка уменьшают на 10 л;

4) При расходе цемента свыше 450 кг/м³ расход воды увеличивают на 10...15 л;

5) При применении водоредуцирующих добавок ПАВ расход воды уменьшают для:

— суперпластифицирующих — на 15...20 %;

— высокопластифицирующих — на 10...15 %;

— пластифицирующих — на 5...10 %.

Расчет значения цементно-водного отношения

Для большинства тяжелых бетонов, важнейшим показателем качества которых является класс по прочности на сжатие, расчет значения цементно-водного отношения $Ц/В$ производят, используя основной закон прочности бетона, предложенный швейцарским ученым И. Боллом и усовершенствованный Б.Г. Скрамтаевым:

— для обычных бетонов с $Ц/В = 1,4-2,5$ ($В/Ц \geq 0,4$):

$$R_T = AR_{ц} \left(\frac{Ц}{В} - 0,5 \right); \quad (1)$$

$$\frac{Ц}{В} = \frac{R_T}{AR_{ц}} + 0,5; \quad (2)$$

— для высокопрочных бетонов с $Ц/В = 2,5-3,3$ ($В/Ц < 0,4$):

$$R_T = A_1 R_{ц} \left(\frac{Ц}{В} + 0,5 \right); \quad (3)$$

$$\frac{Ц}{В} = \frac{R_T}{A_1 R_{ц}} - 0,5; \quad (4)$$

где R_T — требуемая прочность бетона при сжатии (см. раздел 6), МПа (кгс/см²);

$R_{ц}$ — активность цемента, МПа (кгс/см²);

$Ц, В$ — расходы соответственно цемента и воды на 1 м³ бетона, кг;

A и A_1 — эмпирические коэффициенты, учитывающие влияние на прочность бетона качества заполнителей и других факторов, принимаемые по таблице 2.

Таблица 2 — Коэффициенты А и А₁

Качество материалов для бетона	А	А ₁
<i>Высококачественные</i> – чистые (промытые) фракционированные заполнители из плотных и прочных горных пород, портландцемент высокой активности без добавок или с минимальным количеством гидравлической добавки	0,65	0,43
<i>Рядовые</i> – заполнители среднего качества, отвечающие требованиям нормативных документов, в том числе гравий, портландцемент средней активности или высокомарочный шлакопортландцемент	0,60	0,40
<i>Пониженного качества</i> – крупные заполнители низкой прочности и мелкие пески с повышенным содержанием вредных примесей, неудовлетворительным зерновым составом, цементы низкой активности	0,55	0,37

Формулу (3) для расчета Ц/В-отношения используют, если $R_T \leq 2AR_{ц}$, в других случаях применяют формулу (4).

В дальнейших расчетах значение цементно-водного отношения варьируют, с целью получения кроме начального двух дополнительных составов бетона. Для этого студенты, выполняющие лабораторную работу, разделяются на три бригады. Студенты из первой бригады используют рассчитанное значение цементно-водного отношения, из второй — увеличивают его на 15-30 %, из третьей — уменьшают на 15-30 %. При этом подвижность (жесткость) всех трех пробных составов бетонной смеси должна быть равна заданной.

Определение расхода крупного заполнителя на 1 м³ бетона

Расход крупного заполнителя K , кг, на 1 м³ уплотненной бетонной смеси рассчитывают по формуле

$$K = \frac{1000}{\frac{V_k \cdot \alpha}{\rho_{нк}} + \frac{1}{\rho_{зк}}}}; \quad (5)$$

Установление расхода песка на 1 м³ бетона

Расход песка Π , кг, на 1 м³ бетона вычисляют по формуле:

$$\Pi = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{иц}} + B + \frac{К}{\rho_{зк}} \right) \right] \cdot \rho_{ип}; \quad (6)$$

Определение расчетной плотности бетонной смеси

Расчетную плотность бетонной смеси $\rho_{см}^{расч}$, кг/м³, определяют по формуле

$$\rho_{см}^{расч} = \frac{Ц+B+К+\Pi}{1}; \quad (7)$$

Определение пористости бетонной смеси

Пористость бетонной смеси оценивают следующими показателями: объемом воздуха или газа, содержащегося в уплотненной бетонной смеси, и объемом межзерновых пустот.

Объем вовлеченного воздуха определяют в бетонах на плотных и пористых заполнителях, объем межзерновых пустот – в бетонах на пористых заполнителях.

Объем вовлеченного воздуха определяют экспериментальным или расчетным методом.

Объем вовлеченного воздуха в смеси на плотном заполнителе определяют объемным или компрессионным методом (при помощи объемера или поромера соответственно), а на пористом заполнителе – только объемным методом.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ

АСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ЗАДАННЫМИ

СВОЙСТВАМИ

Асфальтобетон является наиболее распространенным материалом для устройства дорожных покрытий. Однако под воздействием возрастающих транспортных нагрузок и факторов окружающей среды срок службы асфальтобетонных покрытий недостаточно высок. В связи с этим основной целью проектирования составов асфальтобетона является создание оптимальной структуры с заранее заданными свойствами, которые позволили бы обеспечить требуемые характеристики и долговечность устраиваемого дорожного покрытия.

Для достижения этой цели принято решать специальные задачи, связанные с испытаниями асфальтобетона и прогнозированием работоспособности асфальтобетонных слоев в дорожных конструкциях. В ряде стран на государственном уровне финансировались стратегические научно-исследовательские программы, направленные на разработку новых методов проектирования составов и оценки эксплуатационных свойств асфальтобетона.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационный центр по автомобильным дорогам».

Результаты проведенных исследований заслуживают внимания как в части методов испытаний, так и при разработке технических требований к асфальтобетону.

Разработка технических требований к дорожно-строительным материалам является не только материаловедческой, но и экономической задачей. С одной стороны, заниженные требования к дорожно-строительным материалам являются главной причиной преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий, что влечет за собой рост затрат на содержание и ремонт дорог и увеличение себестоимости транспортных перевозок. С другой стороны, необоснованно завышенные требования к материалам приводят, как правило, к перерасходу средств и снижению эффективности капитальных вложений в дорожное строительство. Поэтому совершенствование методов испытаний и обоснование оптимальных требований к эксплуатационным свойствам асфальтобетона приобретают в настоящее время особую актуальность.

Проектирование состава асфальтобетона

Целенаправленно проектировать состав горячей асфальтобетонной смеси начали в конце XIX – начале XX столетия. В разных районах мира были разработаны несколько отличающихся друг от друга методов подбора составов смеси. Каждый метод включал методику уплотнения горячей асфальтобетонной смеси, фиксированный уровень работы уплотнения, объемметрическую оценку поровых характеристик и механические испытания асфальтобетона. Из литературных источников известны следующие методы проектирования состава асфальтобетона:

- по объему воздушных пор и минимальному количеству битумного вяжущего в образцах, уплотненных по Проктору (метод Хаббарда-Филда);
- по прочностным показателям лабораторных образцов, испытываемых на приборах Хвима, Смита и др.;
- по остаточной пористости образцов, уплотненных и испытанных на приборах Маршалла;
- по асфальтовому вяжущему веществу (метод проф. П.В. Сахарова);
- по растворной части (метод Московского Ушосдора);
- по предельным кривым плотных смесей на основе исследований проф. Н.Н. Иванова (метод Союздорнии);
- по удельной поверхности и модулю насыщенности смеси вяжущим веществом (метод М. Дюрье);
- по заданным эксплуатационным условиям работы покрытия (метод проф. И.А. Рыбьева и другие современные методы).

При многообразии перечисленных выше методов неизменными остаются основные принципы проектирования смеси, ориентированные на обеспечение требуемых качественных признаков асфальтобетона, которые были сформулированы еще в начале прошлого века. Качество асфальтобетона определяется в конечном итоге эксплуатационными свойствами и долговечностью устраиваемых дорожных покрытий. По способам достижения качественных признаков разрабатываемых составов асфальтобетонных смесей можно выделить два направления.

Первое направление ориентируется на получение асфальтобетонных смесей с непрерывной гранулометрией минеральной части (по типу Макадам) и обеспечивает устойчивость покрытий в основном за счет расклинивания крупных зерен щебня более мелкими фракциями. К положительным качествам таких смесей относят высокую шероховатость и сдвигоустойчивость в покры-

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

тии, малую чувствительность свойств асфальтобетона к случайным колебаниям содержания минерального порошка и битума. достаточно высокую технологичность и удобоукладываемость в процессе устройства дорожного покрытия [2]. Для приготовления смесей типа битумных Макадам рекомендуют применять прочные каменные материалы с дробленой формой зерен. Кривая зернового состава минеральной смеси таких смесей обычно соответствует кубической параболе. Покрытие из уплотненной смеси, как правило, характеризуется открытой пористостью, поэтому особенно важно применять в этих смесях такие битумы, которые являются устойчивыми к старению и обладают хорошим сцеплением с поверхностью минеральных зерен.

Второе направление базируется на подборках асфальтобетонных смесей по принципу плотного бетона. В этих смесях допускается применять минеральные материалы с прерывистой гранулометрией и окатанной формой зерен. При уплотнении таких смесей чаще достигается замкнутая пористость асфальтобетона, которая обеспечивает относительно более высокую водо- и морозостойкость покрытия. В то же время смеси, характеризующиеся прерывистой гранулометрией минеральной части, в большей степени склонны к сегрегации. Им также свойственна более высокая восприимчивость к случайным колебаниям содержания минерального порошка и битума, что негативно отражается на показателях физико-механических свойств асфальтобетона. Устраиваемые из таких смесей дорожные покрытия обычно обладают низкой шероховатостью.

Процесс проектирования состава асфальтобетонной смеси можно условно разделить на три этапа:

- на первом этапе определяют свойства минеральных материалов и битума и устанавливают соответствие их показателей специальным требованиям, которые регламентированы соответствующими техническими документами;
- на втором этапе устанавливают рациональное соотношение между исходными составляющими, которое обеспечивает получение асфальтобетона с заданными свойствами, причем в особых случаях дополнительно проводят сопоставительные исследования и испытания асфальтобетонов доступными нестандартными методами для выявления преимуществ оптимального состава по долговечности и эксплуатационным свойствам;
- на заключительном этапе рекомендуется производить технико-экономическое сравнение вариантов подобранных составов смесей и апробирование их на асфальтобетонном заводе.

Выбор оптимального состава асфальтобетона принято производить в зависимости от свойств исходных материалов, характера автомобильного движения и климатических условий местности, что всегда являлось определяющим условием строительства долговечных асфальтобетонных покрытий. При приготовлении смесей в лаборатории по горячей технологии минеральные материалы (щебень, песок, минеральный порошок) предварительно высушивают, а битум обезвоживают.

Минеральные материалы в количествах, заданных по составу, отвешивают в емкость, нагревают, периодически помешивая, до температуры, указанной в таблице, и добавляют требуемое количество ненагретого минерального порошка и нагретого в отдельной емкости вяжущего.

Формы и размеры образцов

Физико-механические свойства смесей, асфальтобетонов и укрепленных грунтов определяют на образцах, полученных уплотнением смесей в стальных формах.

Формы для изготовления цилиндрических образцов представляют собой стальные полые цилиндры, которые могут изготавливаться в виде кассеты с тремя взаимосвязанными цилиндрическими формами диаметром 71,4 или 50,5 мм (приспособление Союздорнии) или одиночных обычных и облегченных форм.

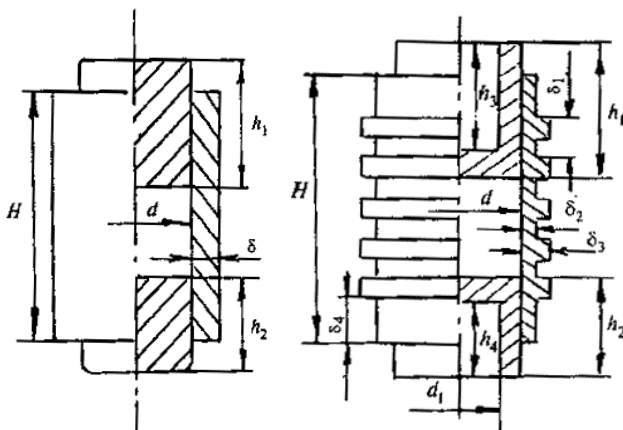


Рисунок 4 – Форма одиночная обычная

Рисунок 5 – Форма одиночная облегченная

Изготовление образцов

Образцы цилиндрической формы для определения физико-механических свойств смесей изготавливают путем уплотнения смесей, приготовленных в лабораторных условиях, а также из проб смесей, отобранных на смесительных установках или на участке производства работ. Повторная переформовка лабораторных образцов не допускается. Вырубки или керны нагревают на песчаной бане или в термостате до температуры, указанной в таблице, и затем измельчают ложкой или шпателем. Температура горячих смесей при изготовлении образцов должна соответствовать указанной в таблице. Холодные смеси перед уплотнением не нагревают.

Уплотнение образцов из смесей, содержащих до 50 % щебня по массе, производят прессованием под давлением ($40,0 \pm 0,5$) МПа на гидравлических прессах в формах. При уплотнении должно быть обеспечено двустороннее приложение нагрузки, что достигается передачей давления на уплотняемую смесь через два вкладыша, свободно передвигающихся в форме навстречу друг другу.

При изготовлении образцов из горячих смесей формы и вкладыши нагревают до температуры 90-100 °С. При изготовлении образцов из холодных смесей формы не нагревают.

Изготавливают пробный образец. Форму со вставленным нижним вкладышем наполняют ориентировочным количеством смеси в соответствии с таблицей 3.

Смесь равномерно распределяют в форме штыкованием ножом или шпателем, вставляют верхний вкладыш и, прижимая им смесь, устанавливают форму со смесью на нижнюю плиту пресса для уплотнения, при этом нижний вкладыш должен выступать из формы на 1,5-2,0 см.

Таблица 3

Размеры образца, мм		Ориентировочное количество смеси на образец, г
диаметр	высота	
50,5	$50,5 \pm 1,0$	220-240
71,4	$71,4 \pm 1,5$	640-670
101,0	$101,0 \pm 2,0$	1900-2000

Верхнюю плиту пресса доводят до соприкосновения с верхним вкладышем и включают электродвигатель пресса.

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

Давление на уплотняемую смесь доводят до 40 МПа в течение 5-10 с, через $(3,0 \pm 0,1)$ мин нагрузку снимают, а образец извлекают из формы выжимным приспособлением и измеряют его высоту штангенциркулем по [ГОСТ 166](#) с погрешностью 0,1 мм.

Если высота образца не соответствует приведенной в таблице, то требуемую массу смеси для формования образца g , г, рассчитывают по формуле

$$g = g_0 \times \frac{h}{h_0} \quad (8)$$

где g – масса пробного образца, г;
 h – требуемая высота образца, мм;
 h_0 – высота пробного образца, мм.

Образцы с дефектами кромок и не параллельностью верхнего и нижнего оснований бракуют.

Уплотнение образцов из горячих смесей, содержащих более 50% щебня по массе, следует производить вибрированием с последующим до уплотнением прессованием.

При изготовлении образцов формы, нагретые до 90-100 °С, наполняют смесью, устанавливают на виброплощадку, плотно укрепляют на ней специальным приспособлением (конструкция приспособления для укрепления зависит от типа виброплощадки). Вкладыши должны выступать из формы на 2-2,5 см. Смесь в форме вибрируют в течение $(3,0 \pm 0,1)$ мин при частоте (2900 ± 100) мин⁻¹, амплитуде $(0,40 \pm 0,05)$ мм и вертикальной нагрузке на смесь (30 ± 5) кПа, которая передается на смесь грузом, свободно навешенным на верхний вкладыш формы.

По окончании вибрации форму с образцом снимают с виброплощадки, устанавливают на плиту прессы для доуплотнения под давлением $(20,0 \pm 0,5)$ МПа и выдерживают при этом давлении 3 мин. Затем нагрузку снимают и извлекают образец из формы выжимным приспособлением.

Уплотнение образцов из смесей, испытываемых на слеживаемость, производят в цилиндрических формах при температуре приготовления смеси. Форму, нагретую до температуры (80 ± 2) °С, устанавливают на две подставки, а нижний вкладыш со стержнем опускают в форму. Смесь в количестве 440 – 460 г засыпают через воронку в форму. Верхний вкладыш вводят в форму таким образом, чтобы стержень, укрепленный в нижнем вкладыше, свободно вошел в отверстие в верхнем вкладыше. Поддерживая форму, подставки убирают, а на верхний вкладыш устанавли-

вают груз, масса которого вместе с массой верхнего вкладыша должна быть $(20,0 \pm 0,5)$ кг, что обеспечивает нагрузку $0,05$ МПа. Под нагрузкой смесь выдерживают $(3,0 \pm 0,1)$ мин, после чего груз снимают, форму поднимают и снимают с образца. Затем снимают с образца верхний вкладыш, а образец осторожно, двумя руками, снимают со стержня и переносят к месту хранения, где выдерживают при температуре воздуха (20 ± 5) °С не менее 4 ч.

Если образец после уплотнения сразу рассыпается, то следующий образец после снятия нагрузки выдерживают в форме не менее 4 ч при температуре (20 ± 5) °С.

Образец должен иметь высоту (60 ± 1) мм. Корректировку количества смеси, пошедшей на изготовление образца, выполняют

Определение средней плотности уплотненного материала

Сущность метода заключается в определении гидростатическим взвешиванием средней плотности образцов, изготовленных в лаборатории или отобранных из конструктивных слоев дорожных одежд с учетом имеющихся в них пор.

Средства контроля и вспомогательное оборудование

Весы лабораторные по ГОСТ 24104 4-го класса точности с приспособлением для гидростатического взвешивания.

Порядок проведения испытания

Образцы взвешивают на воздухе. Затем образцы из смесей погружают на 30 мин в сосуд с водой, имеющей температуру (20 ± 2) °С, таким образом, чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности образцов не менее чем на 20 мм, после чего образцы взвешивают в воде, следя за тем, чтобы на образцах не было пузырьков воздуха. Образцы из укрепленных грунтов перед взвешиванием в воде погружают в парафин при температуре (60 ± 5) °С. После взвешивания в воде образцы обтирают мягкой тканью и вторично взвешивают на воздухе.

Обработка результатов испытания

Среднюю плотность образца из смеси ρ_m , г/см³ вычисляют по формуле:

$$\rho_m = \frac{g\rho^B}{g_2 - g_1}; \quad (8)$$

где g – масса образца, взвешенного на воздухе, г;
 ρ^B – плотность воды, равная 1 г/см³;

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

g_1 – масса образца, взвешенного в воде, г;
 g_2 – масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и вторично взвешенного на воздухе, г.

Среднюю плотность образца из укрепленного грунта ρ_m^o вычисляют по формуле

$$\rho_m^o = \frac{g\rho^B}{(g_3 - g_4) - (g_3 - g)\rho^{\text{II}}}; \quad (10)$$

где g_3 – масса образца, покрытого парафином и вторично взвешенного на воздухе, г;

g_4 – масса образца, покрытого парафином и взвешенного в воде, г;

ρ^{II} – плотность парафина, равная 0,93 г/см³.

За результат определения средней плотности принимают округленное до второго десятичного знака среднеарифметическое значение результатов определения средней плотности трех образцов. Если расхождение между наибольшим и наименьшим результатами параллельных определений превышает 0,03 г/см³, то проводят повторные испытания и вычисляют среднеарифметическое из шести значений.

Определение водонасыщения

Сущность метода заключается в определении количества воды, поглощенной образцом при заданном режиме насыщения. Водонасыщение определяют на образцах, приготовленных в лаборатории из смеси или на образцах-вырубках (кернах) из покрытия (основания).

Средства контроля и вспомогательное оборудование

Весы лабораторные по [ГОСТ 24104](#) 4-го класса точности с приспособлением для гидростатического взвешивания.

Установка вакуумная.

Устройство для капиллярного водонасыщения образцов.

Термометр химический ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1°С по [ГОСТ 400](#).

Сосуд вместимостью не менее 3,0 л.

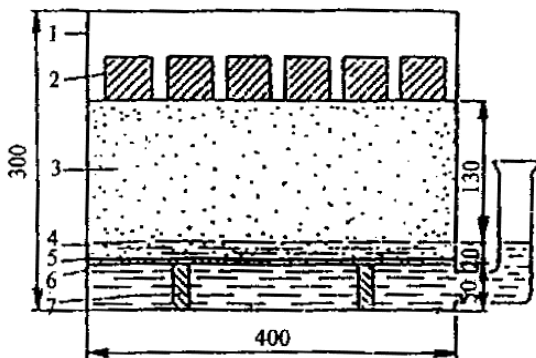


Рисунок 6 – Схема устройства для капиллярного водонасыщения образцов

1 – сосуд; 2 – образцы; 3 – капиллярно увлажненный песок; 4 – вода; 5 – фильтровальная бумага; 6 – металлическая сетка; 7 – металлическая подставка

Порядок проведения испытания

Водонасыщение определяют на образцах цилиндрической формы или на образцах-вырубках (жернах). Для смесей испытание проводят на образцах, использованных для определения средней плотности.

Образцы из смесей, взвешенные на воздухе и в воде помещают в сосуд с водой с температурой (20 ± 2) °С. Уровень воды над образцами должен быть не менее 3 см.

Сосуд с образцами устанавливают в вакуумную установку, где создают и поддерживают давление не более 2000 Па (15 мм рт. ст.) в течение 1 ч при испытании образцов из смесей с вязкими органическими вяжущими; 30 мин – при испытании образцов из смесей с жидкими и эмульгированными вяжущими. Затем давление доводят до атмосферного и образцы выдерживают в том же сосуде с водой с температурой (20 ± 2) °С в течение 30 мин. После этого образцы извлекают из сосуда, взвешивают в воде, обтирают мягкой тканью и взвешивают на воздухе.

Образцы из укрепленных грунтов, предназначенных для применения в районах со среднемесячной температурой самого холодного месяца минус 20°С и ниже (I – III дорожно-климатические зоны) после взвешивания на воздухе и в воде подвергают полному водонасыщению, а для укрепленных грунтов, предназначенных для применения в районах со среднеме-

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

сячной температурой самого холодного месяца выше минус 10 °С – капиллярному водонасыщению.

Полное водонасыщение образцов высотой и диаметром 50 мм проводят в течение 2 сут, а образцов больших размеров – в течение 3 сут, при этом во всех случаях в первые сутки образцы погружают в воду на 1/3 высоты, а в последующие – полностью. Для предотвращения высыхания образцов, погруженных в воду на 1/3 высоты, насыщение проводят в ванне с гидравлическим затвором.

Капиллярное водонасыщение проводят через слой воды, постоянно поддерживаемый с помощью уровнемера в устройстве для капиллярного водонасыщения (рисунок 6).

В сосуд на металлическую подставку укладывают металлическую сетку или устанавливают емкость с сетчатым дном, которое закрывают фильтровальной бумагой. На фильтровальную бумагу насыпают слой мелкого песка одной фракции толщиной 15 см и через сутки после его насыщения ставят образцы, которые насыщают в течение 3 сут. Для предотвращения высыхания сосуд с образцами помещают в ванну с гидравлическим затвором.

После этого образцы извлекают из сосуда или устройства для капиллярного водонасыщения, взвешивают в воде, а затем вытирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой и взвешивают на воздухе.

Обработка результатов испытания

Водонасыщение образца W , %, вычисляют по формуле для смесей

$$W = \frac{g_5 - g}{g_2 - g_1} 100; \quad (11)$$

для укрепленных грунтов

$$W = \frac{g_5 - g_1}{g - g_1} 100; \quad (12)$$

где g – масса образца, взвешенного на воздухе, г;
 g_1 – масса образца, взвешенного в воде, г;
 g_2 – масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и взвешенного на воздухе, г;
 g_5 – масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, г.

За результат определения водонасыщения принимают

округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение трех определений.

Определение предела прочности при сжатии

Сущность метода заключается в определении нагрузки, необходимой для разрушения образца при заданных условиях.

Средства контроля и вспомогательное оборудование

Прессы механические или гидравлические по [ГОСТ 28840](#) с нагрузками от 50 до 100 кН (5-10 тс) и до 500 кН (50 тс) с силоизмерителями, обеспечивающими погрешность не более 2 % измеряемой нагрузки.

Термометр химический ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1°С по [ГОСТ 400](#).

Сосуды для термостатирования образцов вместимостью от 3 до 8 л (в зависимости от размера и количества образцов).

Порядок подготовки к проведению испытания

Перед испытанием образцы термостатируют при заданной температуре: (50 ± 2) °С, (20 ± 2) °С или (0 ± 2) °С. Температуру (0 ± 2) °С создают смешением воды со льдом. Образцы из горячих смесей выдерживают при заданной температуре в течение 1 ч в воде.

Образцы из смесей с жидкими и эмульгированными битумами термостатируют в воздушной среде в течение 2 ч, при этом образцы из укрепленных грунтов упаковывают в полиэтиленовые пакеты. Для определения предела прочности при сжатии образцов в водонасыщенном состоянии используют образцы. Насыщенные водой образцы после взвешивания на воздухе и в воде снова помещают в воду с температурой (20 ± 2) °С, а перед испытанием вытирают мягкой тканью или фильтровальной бумагой.

Порядок проведения испытания

Предел прочности при сжатии образцов определяют на прессах при скорости движения плиты пресса $(3,0 \pm 0,3)$ мм/мин.

При использовании гидравлических прессов эту скорость перед проведением испытания следует установить при холостом ходе поршня.

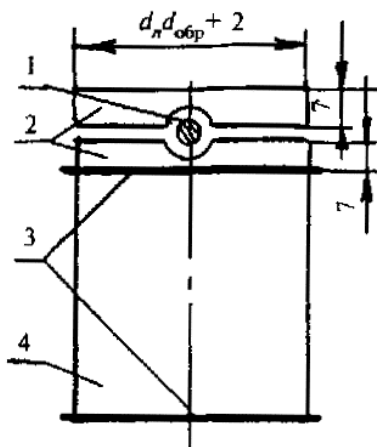


Рисунок 7 – Шарнирное устройство

Образец, извлеченный из сосуда для термостатирования, устанавливают в центре нижней плиты пресса, затем опускают верхнюю плиту и останавливают ее выше уровня поверхности образца на 1,5-2 мм. Это же может быть достигнуто соответствующим подъемом нижней плиты пресса. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец. Для повышения точности определения предела прочности при сжатии рекомендуется использовать шарнирное устройство (рисунок 7), состоящее из шарика 1 и двух металлических пластин 2, которое устанавливают на верхний торец образца 4, накрытый прокладкой из бумаги 3.

Шарнирное устройство обеспечивает равномерное распределение нагрузки по всей площади торца образца в случае непараллельности оснований образца.

Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку.

Обработка результатов испытания

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, МПа, вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F} 10^{-2}; \quad (13)$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;
 F – первоначальная площадь поперечного сечения образца, см²;

10^{-2} – коэффициент пересчета в МПа.

За результат определения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трех образцов.

Определение предела прочности на растяжение при расколе

Сущность метода заключается в определении нагрузки, необходимой для раскалывания образца по образующей.

Средства контроля и вспомогательное оборудование

Средства контроля и вспомогательное оборудование.

Порядок подготовки к проведению испытания

Для испытания готовят образцы. Перед испытанием образцы термостатируют при заданной температуре (0 ± 2) °С в течение не менее 1 ч в воде. Температуру (0 ± 2) °С создают смешением воды со льдом.

Порядок проведения испытания

Предел прочности на растяжение при расколе образцов определяют на прессах при заданной постоянной скорости движения плиты пресса (50 ± 1) мм/мин.

При использовании гидравлических прессов требуемую скорость перед проведением испытания следует установить при холостом ходе поршня.

Образец, извлеченный из сосуда для термостатирования, устанавливают в центре нижней плиты пресса на боковую поверхность, затем опускают верхнюю плиту и останавливают ее выше уровня поверхности образца на 1,5-2 мм. Это может быть достигнуто соответствующим подъемом нижней плиты пресса. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.

Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку.

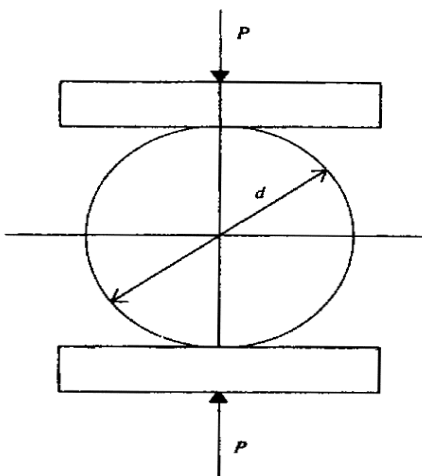


Рисунок 8 – Схема испытания образцов на растяжение при расколе

Обработка результатов испытания

Предел прочности на растяжение при расколе R_p МПа, вычисляют по формуле

$$R_{СЖ} = \frac{P}{hd} 10^{-2}; \quad (14)$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;
 h – высота образца, см;
 d – диаметр образца, см;
 10^{-2} – коэффициент пересчета в МПа.

За результат определения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трех образцов.

Определение предела прочности на растяжение при изгибе и показателей деформативности

Сущность метода заключается в определении нагрузки, необходимой для разрушения образца при изгибе, и соответствующих деформаций растяжения.

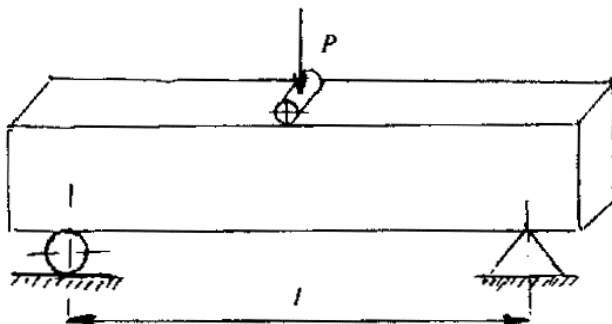


Рисунок 9 – Схема испытания образцов-призм на изгиб

Средства контроля и вспомогательное оборудование

Средства контроля и вспомогательное оборудование, включая опорное приспособление и индикатор перемещений с ценой деления 0,01 мм.

Порядок подготовки и проведения испытания

Для испытания готовят образцы. Перед испытанием образцы термостатируют при температуре (20 ± 2) °С в воздушной среде в течение 2 ч.

Предел прочности на растяжение при изгибе определяют при скорости нагружения или при другом заданном режиме деформирования образцов.

На нижней плите прессы укрепляют опорное приспособление, на которое помещают образец-призму. Образец устанавливают на опоры той гранью, которая при уплотнении была вертикальной. Поверхность образца должна плотно прилегать к опорам по всей ширине. Посередине образца помещают металлический стержень, через который происходит нагружение, диаметром 10 мм и длиной не менее ширины образца.

Опускают верхнюю плиту и останавливают выше металлического стержня на 4-6 мм. После этого начинают нагружать образец. Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку, а величину прогиба фиксируют по индикатору.

Обработка результатов испытания

Предел прочности на растяжение при изгибе $R_{изг}$, МПа, вычисляют по формуле



$$R_{\text{СЖ}} = \frac{3Pl}{2bh^2} 10^{-2}; \quad (15)$$

где P – разрушающая нагрузка, Н;
 l – расстояние между опорами, см;
 b – ширина образца, см;
 h – высота образца, см;
 10^{-2} – коэффициент пересчета в МПа.

За результат определения принимают округленное до второго десятичного знака среднеарифметическое значение испытания трех образцов.

Предельную относительную деформацию растяжения при изгибе $\varepsilon_{\text{пр}}$ вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{6f_{\text{пр}}h}{l^2}; \quad (16)$$

где $f_{\text{пр}}$ – максимальная величина прогиба образца в момент разрушения

За результат определения принимают округленное до четвертого десятичного знака среднеарифметическое значение испытания трех образцов.

Модуль деформации E , МПа, вычисляют по формуле

$$E = \frac{Pl^3}{4f_{\text{пр}}bh^3} 10^{-2}; \quad (17)$$

где P – нагрузка на образец, Н;
 $f_{\text{пр}}$ – прогиб образца в середине пролета, см.

За результат определения принимают округленное до целого среднеарифметическое значение испытания трех образцов.

Определение характеристик сдвигоустойчивости

Сущность метода заключается в определении максимальных нагрузок и соответствующих предельных деформаций стандартных цилиндрических образцов при двух напряженно-деформированных состояниях: при одноосном сжатии (1) и при сжатии специальным обжимным устройством по схеме Маршалла (2).

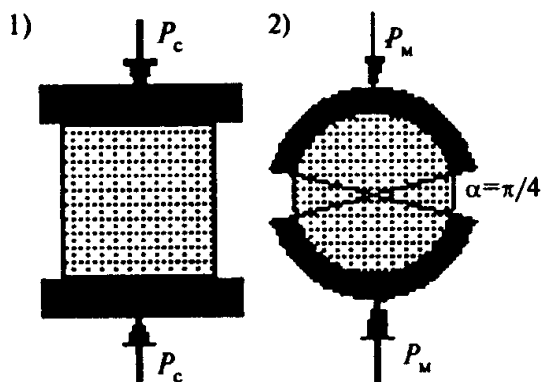


Рисунок 10 – Схемы испытания образцов на сдвигустойчивость:
1 – при одноосном сжатии; 2 – при сжатии по схеме Маршалла

Средства контроля и вспомогательное оборудование

Средства контроля и вспомогательное оборудование – Обжимное устройство в виде двух одинаковых частей толстостенной цилиндрической обоймы с внутренним радиусом, равным половине диаметра образца.

Индикатор перемещений с разрушающим устройством Маршалла или секундомер.

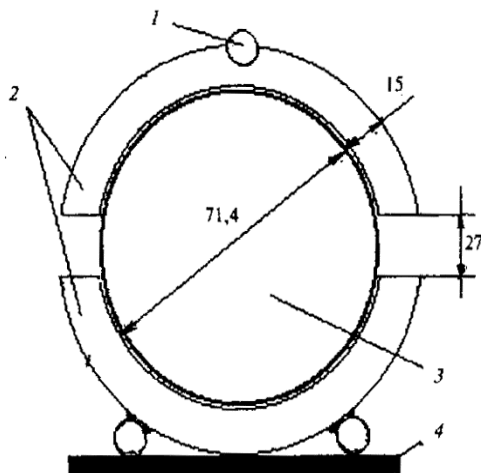


Рисунок 11 – Обжимное устройство
1 – шарнир; 2 – цилиндрические обоймы; 3 – образец;
4 – нижняя плита прессы

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

Порядок подготовки к проведению испытания

Для испытания асфальтобетона на сдвигоустойчивость готовят четное число образцов в количестве не менее 6 шт.

Перед испытанием образцы и обжимное устройство выдерживают в течение 1 ч при заданной температуре (50 ± 2) °С в воде. Половина образцов предназначается для испытания по первой схеме нагружения, другая половина – по второй.

Порядок проведения испытания

Максимальные разрушающие нагрузки и соответствующие предельные деформации образцов определяют при двух схемах нагружения: при одноосном сжатии и при сжатии по схеме Маршалла. Скорость нагружения образцов для обеих схем сжатия следует принимать одинаковой и равной ($50,0 \pm 1,0$) мм/мин.

Образец, извлеченный из термостатирующего устройства, устанавливают в центре нижней плиты пресса при первой схеме сжатия или в нижнюю часть обжимного устройства при второй схеме сжатия (рисунки 10 и 11).

Верхняя плита пресса должна находиться на расстоянии 5 – 10 мм от верха образца или от верхней части обжимного устройства. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.

В процессе испытания образца фиксируют максимальное показание силоизмерителя, которое принимают за разрушающую нагрузку. Одновременно с помощью индикатора перемещений замеряют предельную деформацию, соответствующую разрушающей нагрузке или началу стадии текучести, и время нагружения образца по секундомеру. Допускается определять предельную деформацию по произведению постоянной скорости деформирования на время нагружения образца.

Обработка результатов испытания

Для каждого образца, испытанного на одноосное сжатие и на сжатие по схеме Маршалла, вычисляют работу A , Дж, затраченную на разрушение, по формуле

$$A = \frac{Pl}{2}; \quad (18)$$

где P – разрушающая нагрузка, кН;
 l – предельная деформация, мм.

Среднюю работу деформирования образцов при одноосном сжатии и при сжатии по схеме Маршалла вычисляют с точностью до второго десятичного знака как среднеарифметическое значе-

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

ние результатов испытания не менее трех образцов.

Коэффициент внутреннего трения асфальтобетона $tg\varphi$ вычисляют по формуле

$$tg\varphi = \frac{3(A_m - A_c)}{3A_m - 2A_c}; \quad (19)$$

где A_m , A_c – средняя работа деформирования образцов асфальтобетона при испытании соответственно по схеме Маршалла и при одноосном сжатии, Дж.

Сцепление при сдвиге C_l , МПа, вычисляют по формуле

$$C_l = \frac{1}{6}(3 - 2tg\varphi)R_c \quad (20)$$

где R_c – предел прочности при одноосном сжатии, определенные, МПа.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ЦВЕТНЫЕ БЕТОНЫ, ПОЛИМЕРБЕТОНЫ И АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО И ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.

Цветной дорожный пластобетон – действенный инструмент обеспечения безопасности дорожного движения. Он делает более эффективным освещение в тоннелях и на эстакадах, позволяет легче «читать» дорожную разметку. Цветные бетоны помогают ориентироваться на современных многоуровневых, с множеством развязок автостадах, структурируют территорию автозаправочных станций. Они могут быть использованы при устройстве разделительных полос, мест переходов, выделении перекрестков, остановочных площадок, островков безопасности и т.п., которые отличаются своим цветом от основного покрытия дороги. В зарубежной практике цветной пластобетон находит применение для устройства покрытия всего полотна, преимущественно загородных дорог, с целью уменьшения утомляемости водителей. Определенное чередование различных оттенков благоприятно воздействует на работоспособность водителей, облегчая объективно оценивать ситуацию, и снижает уровень аварийности на дороге.

Работы по созданию и применению в дорожном строительстве цветных пластобетонов ведутся в нашей стране и во многих других странах, включая крупнейшего скандинавского производителя асфальтобетона компанию NCC – лидера дорожно-строительного рынка Северной Европы. Разработаны составы различных вяжущих, есть некоторый опыт практического использования этих материалов в дорожном строительстве Москвы, Санкт-Петербурга. Однако, широкомасштабного применения цветные дорожные асфальты в нашей стране пока не нашли.

Одна из главных причин, сдерживающих широкое применение цветных бетонов, состоит в дефицитности используемых для их получения материалов, узком спектре вяжущих для цветных бетонов, дороговизне и сложности технологического процесса их приготовления по сравнению с асфальтобетонами на битумном вяжущем. Для выделения цветных участков автомобильной дороги необходим материал на основе органического вяжущего, имеющего светлую окраску, которой можно придать различные оттенки и создать яркие цветные смеси.

Известен способ получения цветного пластобетона путем втапливания декоративных цветных частиц щебня во время

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

уплотнения горячих асфальтобетонных смесей, что не всегда приемлемо, и существенным недостатком подобного бетона является то, что декоративные частицы не могут быть хорошо укатаны в поверхность смесей с высоким содержанием каменных материалов. При большой интенсивности дорожного движения – в следствии эрозии связующего вещества на поверхности дороги довольно быстро проявляется природный цвет битумного асфальта.

Используют также изготовление смесей из осветленного битума с добавлениями окрашивающего пигмента, Недостатком этого способа является то, что он очень трудоемок, т.к. связан при осветлении вяжущего с необходимостью выделения из битумов темноокрашенных соединений входящих в состав асфальтенов.

Известны составы цветных смесей, в которых в качестве связующего материала используют не осветленные дорожные битумы, Однако существенным недостатком этого способа является то, что он не позволяет достигать главную задачу – обеспечение ярких цветов, даже за счет введения большого количества пигмента.

По этой причине в дорожном строительстве в качестве вяжущих для цветных асфальтобетонов стремятся применять синтетические, полимерные вещества, отличительной особенностью которых является их хорошая окрашиваемость пигментами. В нашей стране и за рубежом получили распространение синтетические смолы (эпоксидная, полиэфирная, карбомидная, полиизобутилен, нефтеполимерная смола, талловый пек и др). Наиболее близким по физико-механическим свойствам вяжущим для цветных пластобетонов являются дорожные битумы, используемые при приготовлении обычных асфальтобетонов при строительстве автомобильных дорог. Эти два вида асфальтобетонов имеют практически одинаковый гранулометрический состав минеральных материалов по ГОСТ 9128. Различие указанных бетонов заключается только в необходимости для придания вяжущим для цветных пластобетонов цветовой окраски использовать светлые полимерные материалы, а не темно-окрашенные битумы.

Поскольку цветные дорожные бетоны по условиям приготовления и применения близки к асфальтобетонам и фактически являются их разновидностью, то и требования к вяжущим для цветных пластобетонов и материалам для их приготовления, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к асфальтобетонам, но с учетом специфики первых. На основании многолетних исследований определялись требования, к вяжущим для

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

цветных дорожных пластобетонов. По основным показателям свойств (температура размягчения, растяжимость, глубина проникания иглы, адгезия) полимерное вяжущее должно соответствовать вязким дорожным битумам (ГОСТ 22245-90).

Необходимо расширение номенклатуры вяжущих для цветных дорожных пластобетонов с повышенными температурами размягчения прочностными характеристиками, а также водостойчивостью, яркостью и стойкостью окраски и упрощенной технологией их приготовления.

Сущность настоящей работы заключается в том, что полимерное термопластичное вяжущее для дорожных цветных пластобетонов, включающее полимерные компоненты, имеющие светлую окраску синтетический каучук бутадиеновый каучук СКД (марка П), нефтеполимерную смолу, разжижитель – индустриальное масло, дополнительно содержит структурирующие полиолефиновые компоненты из вторичного полиэтилена и окисленного атактического пропилена при следующем соотношении компонентов, масс. %: нефтеполимерная смола, окисленный атактический пропилен, вторичный полиэтилен, синтетический каучук СКД, индустриальное масло

Разработанное в ДорТрансНИИ РГСУ вяжущее обладает повышенным сцеплением с минеральными материалами кислых и основных пород, высокой температурой размягчения прочностными характеристиками и коэффициентом водостойкости, полностью соответствуя по физико-механическим показателям требованиям ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие» битумам марки БНД 60/90. Разработанный состав вяжущего имеет светлую окраску, ему можно придать различные оттенки и создать яркие цветные пластбетоны для устройства дорожных покрытий специального назначения.

Анализ известных технологических решений показал, что использование нефтеполимерной смолы, атактического полипропилена, полиэтилена в составе вяжущих для цветных пластобетонов известно. Вяжущие, содержащие подобные полимеры, устойчивы к действию бензина, масел. Однако, пластифицированные нефтеполимерные смолы и полиолефины (в частности полиэтилен) при необходимом уровне температуры размягчения и пентрации, отличаются довольно высокой температурой хрупкости. Бетоны, приготовленные с использованием таких вяжущих отличаются низкой трещиностойкостью. Известно устройство покрытия из каучукоподобного материала с более низкой температурой хрупкости (улучшенной трещиностойкостью), притовленно-

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

го на сложном вяжущем, основу которого составляли производные уретана, а также известно применение индустриального масла в составе светлых полимерных вяжущих используемого в качестве разжижителя полиолифинов и каучуков. Однако, как правило, сведения о составе вяжущих со светлой окраской не раскрываются и по показателям свойств, главным образом, по температурам хрупкости они не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям.

Полученное полимерное термопластичное вяжущее далее используется для приготовления цветного пластобетона.

Приготовленное полимерное светлой окраски вяжущее в количестве 5,5 – 6,0 % смешивали с 94 – 94,5 % минеральными материалами кислых или основных пород до полного обволакивания вяжущим поверхности минерального материала.

В качестве минеральных материалов приводится пример использования щебня их гравия кислых пород фракции 5-10 мм – %, отсева дробления щебня фракции 0-5 мм и минерального порошка – %

Приведенное соотношение минеральных материалов в горячей мелкозернистой смеси (ГОСТ 9128, тип А) оставалось постоянным при испытании битумной композиции различных составов.

Роль структурирующих компонентов комплексно обеспечивающих полимерной композиции в сочетании с нефтеполимерной смолой повышение прочностных показателей, сдвигоустойчивость и светлую окраску, принадлежит полиолефинам (полиэтилену и атактическому полипропилену). Синтетический каучук, совмещенный с индустриальным маслом, обеспечивает пластификацию, увеличивает деформативную способность и понижает температуру хрупкости полимерного вяжущего, обеспечивая тем самым трещиностойкость бетона.

Характеристика исходных материалов

Нефтеполимерная смола

Нефтеполимерная смола Пиропласт –2 выпускается ООО ПКС «АКРИЛ» воронежской области в соответствии с требованиями ТУ 2451- 008-49740748 – 2006

Пиропласт 2 – Продукт термической полимеризации фракции C₉ пиролиза углеводородов при температуре 250 °С и давлении до 1 МПа.

Спецификация продукта (усредненные значения):

- Нелетучие составляющие 99 %;

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

- Температура размягчения 85 – 100 °С;
- Цвет 60 % раствора смолы в уайт – спирите по йодометрической шкале мг I₂/100 мл: 60 – 80;
- Кислотное число, мг КОН/г, не более: 1;
- Иодное число, г I₂/100 г: 35 – 60;

Свойства: Твёрдое вещество от жёлтого до коричневого цвета

Применение: Строительство – в качестве компонента высоковяжущих материалов (для производства ячеистых бетонов, в полировочных пастах, при изготовлении покрытий полов); в качестве эффективной структурообразующей добавки к маловязким битумам и нефтяным остаткам (для производства асфальтобетона)

В работе использовалась смола желтого цвета. Показатели свойств соответствовали указанному ТУ.

Окисленный атактический полипропилен

Выпускается в соответствии с ТУ 2211-002-02069318-04. В Работе использовался окисленный атактический полипропилен, производимый в г.Томске, ООО «АТАКТИКА

Вторичный полиэтилен ПЭ

Использовался вторичный полиэтилен использовался как низкой (пленка сельскохозяйственного назначения), так и высокой степени плотности (упаковочный материал). Вторичный полиэтилен как низкой, так и высокой степени плотности сохраняет достаточно высокие прочностные и деформационные показатели и может использоваться в качестве упрочняющей добавки асфальтобетона (Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером. – М: машиностроение, 1994 – 176 с.).

Синтетический каучук

Каучук синтетический полибутадиеновый СКД (марка П) представляет собой брикеты желтого цвета, массой 30 +- 1 кг.

Индустриальное масло

Индустриальное масло И-40 А производства ООО «Новокуйбышевский завод масел и присадок.

Смесь измельченного каучука и индустриально масла, нагретая до температуры 140 °С перемешивается в лабораторной мешалке в течение 1,5 – 2 часов до получения вязкого гомогенного раствора. Затем в смесь также при перемешивании подается атактический полипропилен, после чего при температуре 100-120

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

°С в мешалку вводится вторичный полиэтилен. Некоторое понижение температуры производится во избежание протекания терморезактивной реакции полиэтилена в смеси. В полученную композицию далее вводится нефтеполимерная смола, которая перемешивается с остальными компонентами приготавливаемого вяжущего до однородной консистенции. Характеристики полученного вяжущего, изучаются в соответствии с требованиями ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие». По показателям свойств полученное вяжущее должно соответствовать маркам вязкого нефтяного битума БНД С использованием разработанного состава вяжущего были составляются и испытываются пластобетонные смеси в следующем порядке.

Технология приготовления цветного пластобетона

Минеральные материалы в количестве 95-97% подобранный состав: щебень из гравия фракции 5-10 мм, отсева дробления щебня фракции 0-5 мм, минеральный порошок нагреваются в лабораторной мешалке до температуры 150 – 170 °С, после чего на нагретые минеральные материалы вводится приготовленное вяжущее. Смесь перемешивается в течение 1 мин при указанной температуре в лабораторной мешалке до полного обволакивания полученной полимерной композицией поверхности минеральных материалов. Далее из приготовленной смеси формируются образцы диаметром 71,4 мм. Нагрузку на образцы постепенно доводят требованиям ГОСТ 9128 типу А, и даже обеспечивает значительное повышение прочности смеси при температурах 20 и 50°С, повышенный коэффициент водостойкости, сдвигоустойчивость и необходимую трещиностойкость. При введении красящих пигментов пластобетона на основе разработанного вяжущего принимают соответствующую устойчивую яркую окраску.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Асфальтобетонные покрытия являются преобладающим типом для капитальных дорожных покрытий. В большинстве развитых стран протяженность дорог с таким типом покрытия составляет 90–95% от общей протяженности дорог.

Наряду со стандартными асфальтобетонными смесями применяются различные другие составы – дренирующий асфальтобетон, асфальтобетон без минерального порошка, щебень, обработанный органическим вяжущим, называемый черным щебнем. В последнее время все шире используются битумные композиции: такие, как битумные эмульсии, комплексные вяжущие (битумополимерные, битумокаучуковые, с серой или резиной, с добавкой природных битумов и т.д.).

Для некоторых видов смесей могут применяться альтернативные виды органических вяжущих – смолы, гудроны, тяжелые нефти и т.д. В этих случаях правильнее называть весь этот класс смесей на органических вяжущих – органоминеральными. Тогда смеси на основе битумов, но с применением нестандартных материалов, представляют собой класс битумоминеральных материалов, а асфальтобетон – это один из видов этого класса и относится к типу органоминеральных смесей.

Дорожные одежды из органоминеральных материалов имеют ряд технологических и эксплуатационных преимуществ. Это – ровность, возможность обеспечения требуемой шероховатости поверхности, короткие сроки проведения ремонтных и восстановительных работ, высокая эксплуатационная надежность, возможность использования местных материалов и технологичность.

Органоминеральные смеси (ОМС) достаточно широко распространены в дорожном строительстве не только в России, но и за рубежом. Однако до сих пор этот тип смесей не классифицирован, некоторые смеси не имеют точных определений или переводов на русский язык. Обилие видов материалов, применяемых в дорожном строительстве, требует анализа, проведения терминологических определений идентичности названий материалов в русском и зарубежном дорожном производстве.

Сведения о свойствах и требованиях к различным видам органоминеральных смесей до сих пор не систематизированы и приводятся в многочисленных разрозненных источниках и нормативных документах.

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

Органоминеральной смесью называется смесь минеральных материалов подобранного состава с органическими вяжущими (битумом, гудроном, тяжелыми нефтями, смолами и т.п.). Этот большой класс смесей подразделяется на:

- асфальтобетонные;
- органоминеральные.

Каждый из этих видов смесей в свою очередь делится на горячие, приготавливаемые и применяемые в горячем состоянии при температуре 100°C и более, и холодные – приготавливаемые и применяемые при температуре менее 100°C.

Горячие смеси готовят, как правило, на основе вязких органических вяжущих, формирование которых происходит при высоких температурах, а холодные -применяют обычно при температуре воздуха.

Асфальтобетонные смеси должны приготавливаться на высококачественных материалах на основе битумных вяжущих или их композициях и не должны содержать в своем составе воду.

Органоминеральные смеси можно разделить на два вида:

- содержащие в своем составе воду;
- не содержащие воду.

Смеси, не содержащие воду, обычно готовятся на жидких или разжиженных органических вяжущих.

Органоминеральные смеси чаще всего получают названия по типу применяемого вяжущего или преобладающего минерального материала – битумоминеральные (БММ), эмульсионно-минеральные (ЭМС), влажные органоминеральные (ВОМС), щебеночно-мастичные (ЩМС), черный щебень и т.д. Другая, значительно меньшая часть ОМС, имеет названия, связанные с областью их применения – microsurfacing(ms) – защитные слои или слои износа, материал, полученный методом пропитки ит.п.

В связи со значительным разнообразием ОМС возникает необходимость в их классификации по основным признакам, которыми являются:

- наличие или отсутствие в их составе воды;
- преобладающий тип минерального материала и (или) тип применяемого вяжущего;
- область применения и структура материала.

ОМС, содержащие в своем составе воду

ОМС, содержащие в своем составе воду, подразделяются на две группы: большую группу эмульсионно-минеральных материалов (ЭМС) и смеси на увлажненных минеральных материалах.

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

В первой группе вода является необходимой составной частью вяжущего и составляет до 50 % по массе, а во второй группе вода в незначительно количестве применяется для увлажнения минеральных материалов. В этом случае количество воды составляет величину, близкую или незначительно превышающую значение оптимальной влажности используемых минеральных материалов.

Эмульсионно-минеральные смеси (ЭМС) подразделяют обычно по типу эмульсий. Однако этот способ делает классификацию очень громоздкой. Целесообразнее классифицировать их по структуре получаемого материала на литые и связные.

Литые эмульсионно-минеральные смеси представлены (ЛЭМС) (смеси разработаны в Гипродорнии для условий России и сларри сил, а связные – плотными эмульсионно-минеральными смесями, черным щебнем и ms).

Получившие в последние годы распространение тонкослойные покрытия устраиваются с целью обеспечения требуемой шероховатости, защиты поверхности покрытия от вредного воздействия климатических и эксплуатационных факторов. Обычно такие слои устраиваются из смесей типа ЭМС: сларри сил (ss), ms, ЛЭМСили из смесей, не содержащих воду в своем составе: битумо-минеральных открытых (БМО), щебеночно-мастичного асфальта (ЩМА) и поверхностных обработок различных видов.

ЛЭМС состоит из эмульсионного вяжущего, минерального материала подобранного состава и воды. Количество битума в ЛЭМС обычно содержится в пределах 6-10%, воды около 20%. При подборе минеральной части смеси регламентируется только содержание самых крупных и самых мелких частиц. ЛЭМС могут быть песчаными и щебеночными.

Применяемые за рубежом смеси сларри сил и ms аналогичны ЛЭМС. Необходимо отметить, что смеси сларри сил были основой, на которой разрабатывались ЛЭМС, а ms появились позднее на основе сларри сил.

ОМС, не содержащие воду

Этот класс смесей не содержит воду в своем составе, готовится в основном на жидких органических вяжущих и применяется для усиления дорожных одежд и улучшения фрикционных свойств поверхности покрытия и исправления профиля дороги.

Эти материалы можно разделить на две основные группы: материалы битумо-минеральные и материалы, полученные способом поверхностной обработки.

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

Возросшее значение профилактических мероприятий на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью и скоростью движения привело за рубежом к разработке смесей битумоминеральных и асфальтобетонных на основе чистого битума или смол, укладываемых тонкими слоями толщиной 40 мм и сверхтонкими слоями толщиной 20-25мм. Содержание вяжущего с глубиной проникания иглы 60-200 дмм в тонких слоях может варьироваться в широких пределах от 3 до 12%. Считается целесообразным применять прерывистый гранулометрический состав минеральной части.

Сверхтонкие слои представляют собой промежуточное звено между тонкими слоями БММ и поверхностной обработкой, но требуют очень высокой культуры производства.

Общей тенденцией в мире является все более широкое распространение специальных битумных композиций. Материалом такого типа является щебеночно-мастичный асфальт (ЩМА).

Другим распространенным способом повышения долговечности покрытий и, в первую очередь, их трещиностойкости является армирование битумоминерального материала путем введения в его состав волокнистых минеральных добавок.

К битумоминеральным материалам относят также черный щебень и материалы, полученные методами пропитки и поверхностной обработки.

Обычно битумоминеральные смеси мало отличаются от асфальтобетонных по содержанию щебня и минерального порошка и также должны укладываться в предельные кривые плотных смесей.

Черный щебень не имеет в своем составе мелких фракций: щебень предварительно обрабатывают органическими вяжущими (в том числе и битумными эмульсиями). Слой покрытия из черного щебня имеет каркасную пористую структуру.

Метод пропитки заключается в послойной укладке щебня слоем расчетной толщины и розливе органического вяжущего, которое проникает в поры щебеночного слоя. Таким образом получается пористый каркасный материал, похожий на слой покрытия из черного щебня.

В НПО Росдорнии были разработаны битумоминеральные открытые смеси (БМО). Это смеси, которые содержат 55-85% по массе щебня и образуют материал сочень высокой пористостью. Они предназначены для повышения фрикционных свойств покрытия и могут устраиваться двух типов – как поверхностная обработка или как тонкослойное макрошероховатое покрытие.

Для защиты от разрушающего воздействия климатических и эксплуатационных факторов на поверхности дорожного покрытия часто укладывается защитный слой, являющийся одновременно и слоем износа. Он может быть устроен методом поверхностной обработки – одиночной или многослойной. Тогда ее можно рассматривать как тонкослойное покрытие.

Область применения органоминеральных смесей

Способ обработки материала и тип органоминеральной смеси для того или иного слоя следует выбирать с учетом категории дороги и конструкции дорожной одежды в целом, климатических характеристик, наличия минеральных материалов и средств механизации, сроков проведения строительства и назначения слоя.

Известно, что при выборе толщины и типа дорожной одежды или защитных слоев учитываются кроме климатических факторов и местные погодные условия на момент строительства или ремонта дорожного покрытия.

Например, в условиях теплой, но с большим количеством осадков, погоды, когда минеральные материалы содержат значительный процент влаги, необходимо применять материалы быстро формирующиеся, т.е. быстрораспадающиеся эмульсии, смеси на вязких битумах (горячие) или влажные смеси типа ВОМС. Однако во всех случаях следует выбирать погодные условия, когда смесь успеет сформироваться.

При устройстве поверхностной обработки необходимо, чтобы поверхность обрабатываемой дороги и применяемый материал были сухими и чистыми, а температура воздуха была бы достаточно высокой для того, чтобы органическое вяжущее не остывало слишком быстро, если используются вязкие битумы или битумные эмульсии.

Практика показывает, что поверхностные обработки, выполненные при температуре воздуха ниже 10-15 °С, плохо приживаются и щебень быстро вылетает. Особенно низкое качество обработки получается, если ее делать в осенний период, когда температура воздуха имеет тенденцию к понижению. Это мешает формированию поверхностной обработки.

Процесс производства работ по устройству поверхностной обработки требует сравнительно немного времени, поэтому в районах с неустойчивой погодой необходимо предусматривать применение поверхностно-активных веществ, улучшающих адгезию битума к влажной поверхности минеральных материалов, и соблюдение четкого графика организации работ.

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

Устройство конструктивных слоев дорожной одежды способом пропитки также следует проводить при достаточно устойчивой теплой погоде. Необходимо учитывать, что не все холодные смеси можно укладывать при низкой температуре воздуха и высокой влажности основания. Но материалы типа ВОМС в этих условиях неплохо себя зарекомендовали; Материалы, приготовленные на вспененном битуме, еще мало применяются в дорожных хозяйствах России, но имеющийся опыт устройства таких слоев позволяет рекомендовать их наряду с ВОМС.

При малых объемах работ устанавливать стационарные смесители нецелесообразно, лучше применять мобильное оборудование для приготовления и укладки смеси. Кроме того, этот способ работ позволяет избежать снижения качества некоторых материалов при транспортировании (например, эмульсионно-минеральные материалы могут расслаиваться) и составить план организации работ таким образом, чтобы использовать промежутки времени с оптимальными для устройства дорожной одежды погодными условиями, когда в целом погода в районе работ неустойчива.

Наличие местных материалов часто является решающим при выборе типа ОМСи способа ее получения. Необходимо учитывать сезон строительства, температуру воздуха при укладке и уплотнении, влажность воздуха и, даже скорость ветра, особенно для смесей, требующих для своего формирования благоприятных условий для испарения воды (например, для ЛЭМС).

Многие холодные смеси можно заготавливать впрок и хранить в штабеле, что позволяет продлить строительный сезон. Причем срок хранения холодных смесей допускается от трех месяцев до года с момента их приготовления и зависит от вида смеси.

Основные требования к материалам для тонких и сверхтонких слоев

Набор требований к органоминеральным смесям зависит от назначения и условий применения материалов. К материалам, предназначенным для тонких и сверхтонких защитных слоев, наряду с общепринятыми, предъявляются требования по шероховатости, износостойкости и повышенные требования к их водостойкости.

Для тонких и сверхтонких слоев используют следующие материалы: сларрисил, ms, ЛЭМС, в том числе и щебеночный его вариант ЛЭМСщ, щебеночно-мастичный асфальт (ЩМА), горячие асфальтобетоны, холодные битумо-минеральные смеси, открытые

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

битуминоминеральные смеси (БМО) и др. Тонкие слои устраиваются обычно толщиной 20-40 мм, сверхтонкие – 15-25мм. Это и определяет основные требования к выбору компонентов для таких материалов.

Покрытия, устраиваемые по способу поверхностной обработки, относятся к тонкослойным, поэтому размеры применяемого щебня не должны превышать 30 мм. При этом следует учитывать, что, чем больше размер и прочность щебня, температура воздуха в период производства работ, тем выше должна быть вязкость вяжущего, используемого для разлива. Наряду с битумом можно применять и быстрота спадающие битумные эмульсии, что позволит использовать увлажненные материалы. Щебеночный материал может быть предварительно обработан органическим вяжущим по типу черного щебня.

Для поверхностных обработок и сверхтонких слоев большое значение имеет качество применяемого материала – каменных материалов и вяжущего с высокими показателями адгезии и когезии. Такие свойства вяжущего обеспечиваются путем применения модифицированных битумов, катионных эмульсий, а также активаторов поверхности минеральных материалов и ПАВ, улучшающих сцепление вяжущего с минеральным материалом.

Кроме того, важную роль играет назначение слоя. Так, слой, обеспечивающий повышенные фрикционные свойства поверхности покрытия, независимо от своей толщины, должен устраиваться из минеральных материалов, характеризующихся высокими прочностью и сопротивляемостью к шлифуемости, органическое вяжущее должно иметь достаточно большую вязкость и адгезионные свойства.

Для материалов, применяемых в качестве защитных слоев, основным требованием является их подвижность или текучесть (особенно для закупорочных слоев), благодаря чему повышается способность материала проникать в мелкие трещины, поры покрытия, противостоять действию воды, а также сопротивляться воздействию повышенных температур. В таких материалах основную нагрузку несет органическое вяжущее в сочетании с минеральным порошком.

При выборе материала слоя следует учитывать также характер движения на дороге. Так, для высокоскоростных дорог необходимо предусматривать материалы с высокими фрикционными свойствами и сопротивляемостью сдвигу. Для дорог с интенсивным движением, но не высокоскоростных, необходимы материалы наиболее технологичные при устройстве слоя и с воз-

можно меньшим сроком формирования. Наиболее рациональны в этих случаях некоторые виды эмульсионно-минеральных материалов и влажных смесей. В этом случае предъявляются требования к удобоукладываемости смеси, ее подвижности и скорости распада.

Основные требования к материалам для конструктивных слоев дорожных одежд

Толщина слоя из материалов этого типа обычно составляет 30-80 мм. Для них основные требования – водостойкость и прочностные показатели.

Для таких конструктивных слоев могут быть рекомендованы следующие типы органоминеральных смесей: ВОМС, нефтегравий, смеси на вспененном битуме, черный щебень, плотные эмульсионно-минеральные смеси и пропитка органическим вяжущим.

Следует отметить, что весьма эффективно применение конструктивных слоев из приведенных выше материалов в сочетании с тонкими и сверхтонкими слоями.

Сравнительный анализ органоминеральных смесей

В большинстве стран нормируются только показатели свойств исходных материалов, а не готовых смесей. Иногда предъявляются требования к одному-двум наиболее важным показателям. Например, в Финляндии для нефтегравия имеются только рекомендованные показатели качества материала, приготовленного в лабораторных условиях, но предъявляются жесткие требования к исходным материалам.

В России требования к готовому материалу многочисленны, но к исходным материалам предъявляются менее жесткие требования. Однако есть и исключения: например, к черному щебню или материалам, получаемым путем пропитки или поверхностной обработки, требований не предъявляется. Предъявляются требования только к исходным материалам. Правда, эти требования часто имеют множество исключений и дополнений, позволяющих использовать местные материалы или существующую технологическую схему получения и применения.

За рубежом требования, предъявляемые к исходным материалам, более жесткие. Гранулометрический состав минеральной части смеси практически во всех случаях регламентируется предельными кривыми для соответствующего материала.

В качестве исходных каменных материалов должны быть

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

использованы прочные горные породы, а в случае применения гравия количество полностью дробленных его зерен должно быть не менее 70% в каждой узкой фракции.

Наиболее жесткие требования предъявляются к исходным материалам для смесей, используемых для сверхтонких слоев *microsur-facing*. В этом случае количество дробленных зерен должно составлять 100%, гравий, даже дробленный, исключается полностью, а прочность исходной горной породы не может быть меньше 120 МПа. Такие же жесткие требования и в отношении вяжущего для этих материалов: применимы только катионные битумные эмульсии на основе модифицированного битума или модифицированный вязкий нефтяной битум с глубинной проникающей иглы 60-220 дмм, желательно содержащий специальные ПАВ. Часто в материалы для сверхтонких слоев рекомендуют добавлять и волокнистые наполнители.

Для остальных смесей – нефтегравия, сларрисил и др. – применяют различные по вязкости органические вяжущие, не обязательно битум. Это определяет необходимость использования активаторов поверхности минерального материала, ПАВ или специальных технологических приемов, например, получение эмульсий при помощи ультразвуковых или электромагнитных излучений.

Следует отметить, что для смесей БМО для устройства макрошероховатых слоев дорожных одежд требования к исходным материалам – щебню и битуму – следовало бы установить на уровне, предъявляемом к материалам для сверхтонких слоев. Однако, учитывая ассортимент каменных материалов в дорожных организациях России, разработчики нормативных документов снижают требования к исходным материалам, тем самым снижая качество получаемого шероховатого слоя, сравнимого с зарубежными сверхтонкими слоями.

Обычно основным требованием к большинству дорожных смесей служит предел прочности при сжатии при нескольких (двух или трех) температурах. Нормируемые показатели водонасыщения, набухания, водостойкости позволяют более полно охарактеризовать свойства смесей. Для некоторых из них регламентируется прочность при испытании образца по образующей. Однако методика испытаний обычно для разных смесей неодинакова, что затрудняет их сравнение между собой. Смеси, для которых предъявляется такой набор требований, применяются, в основном, для устройства конструктивных слоев толщиной более 30 мм.

Для защитных слоев и слоев, устраиваемых для повышения

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

фрикционных свойств покрытия, более важными являются такие их свойства, как водостойкость, износостойкость, шероховатость, поэтому к ним предъявляют несколько иной набор требований.

В России были разработаны и применялись в дорожном строительстве материалы, аналогичные зарубежным, часто служившие прототипами для отечественных разработок, хорошо адаптированные к широкому спектру исходных материалов и условиям эксплуатации автомобильных дорог в нашей стране. При этом качество получаемых дорожных покрытий часто было даже выше зарубежных аналогов. Сравнительные характеристики некоторых органоминеральных смесей приведены.

Прежде всего рассмотрим класс материалов, применяемых для устройства защитных слоев и слоев износа. Из зарубежных материалов это сларрисил, его вариант с применением щебня – смесь microsurfacing и сверхтонкие слои на вязком битуме. Из ассортимента российских материалов – это битумные шламы или литые эмульсионно-минеральные смеси (ЛЭМС) и их щебеночный вариант ЛЭМСщ и битумо-минеральные открытые (БМО).

Анализ этих материалов показывает, что сларрисил и ЛЭМС, имея одинаковую область применения, несколько отличаются по составу и методам проектирования состава смеси. То же самое можно отметить и для пар ЛЭМСщ и ms и сверхтонких слоев и БМО.

Основное отличие ЛЭМС от сларрисил – это применение в качестве вяжущего наряду с обычными эмульсиями на жидких эмульгаторах (анионных и катионных) эмульсий на твердых эмульгаторах (пастах) и обратных эмульсий, что значительно расширяет возможности применения пленкообразующих слоев для защиты дорожного покрытия от неблагоприятных климатических и эксплуатационных воздействий, а также позволяет включить широкий спектр местных материалов в ассортимент применяемых для содержания и ремонта дорог.

При этом для ЛЭМС разработаны нормативные требования к готовой смеси в отличие от сларрисил, для которой нормируются главным образом, свойства исходных материалов. Это позволяет при проектировании состава смеси подбирать исходные материалы таким образом, чтобы получить необходимые для каждого конкретного участка дороги параметры ЛЭМС.

Как ЛЭМС, так и сларрисил, – это смеси литой консистенции, поэтому они легко наносятся на покрытие тонким равномерным слоем, позволяют использовать влажный минеральный материал и создать пленку, изолирующую покрытие от проникания

Асфальтобетон, цементобетон и органоминеральные смеси

влаги, одновременно подпитывая и обновляя старое дорожное покрытие. К тому же сравнительно низкая стоимость таких слоев позволяет, в случае необходимости, применять их для «приклеивания» поверхностной обработки, снижения шума, получать цветные покрытия, применяя ЛЭМС на основе твердых эмульгаторов, в качестве которых используются цветные пигменты.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Мардиросова И. В., Чернов, С. А. – Ростов н/Д.: Ростовский государственный строительный университет, 2013.
2. Худяков, В.А., Прошин, А. П. Современные композиционные строительные материалы: Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Пр-во стр. мат., изд. и констр.", направ. подгот."Стр-во" Ростов н/Д: Феникс, 2007

Дополнительная литература

1. Малбиев С.А., Горшков, В. К. Полимеры в строительстве: Учебное пособие для студ., обучающ. по направл. "Стр-во " М.: Высшая школа, 2008