



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ
УПЛОТНЕННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ
СМЕСЕЙ К ПЛАСТИЧЕСКОМУ ТЕЧЕНИЮ
НА УСТАНОВКЕ МАРШАЛЛА
(НА ОБРАЗЦАХ ДИАМЕТРОМ 152,4 мм)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

Москва 2019

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН рабочей группой секции № 4 «Стандартизация, повышение качества и внедрение новых технологий, техники и материалов» Научно-технического совета Федерального дорожного агентства.

Коллектив авторов: Е.Л. Дамье, В.П. Иванов.

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 26.06.2018 № 2312-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	3
4 Основные положения	4
5 Требования к оборудованию и вспомогательным устройствам для проведения испытаний.....	5
6 Требования безопасности, охраны окружающей среды	11
7 Требования к условиям испытаний	11
8 Порядок подготовки образцов	11
9 Порядок выполнения испытаний	14
10 Обработка результатов испытаний	15
11 Оформление результатов	18

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Методические рекомендации по определению устойчивости уплотненных асфальтобетонных смесей к пластическому течению на установке Маршалла (на образцах диаметром 152,4 мм)

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) распространяется на асфальтобетонные покрытия, применяемые в качестве конструктивных слоев дорожной одежды, и устанавливает методику определения устойчивости уплотненных асфальтобетонов к пластическим деформациям в дорожном, аэродромном, промышленном и гражданском строительстве.

1.2 Данная методика определения устойчивости используется для прогнозирования склонности покрытия к разрушению вследствие развития в нем пластических деформаций из-за слабой структуры минерального заполнителя и недостаточной вязкости битумного вяжущего материала.

Исследования уплотненных асфальтобетонов проводятся на цилиндрических образцах диаметром $(152,4 \pm 0,2)$ мм и распространяются на асфальтобетонные смеси с номинальным максимальным размером заполнителя до 37,5 мм включительно.

1.3 Настоящий методический документ рекомендован к применению изыскательскими, проектными, строительными и эксплуатирующими организациями, а также при реализации проектов по заданию государственных и иных исполнительных органов управления.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.007–76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.044–89 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения

ГОСТ 12.4.103–83 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 12.4.131–83 Халаты женские. Технические условия

ГОСТ 12.4.132–83 Халаты мужские. Технические условия

ГОСТ 12.4.252–2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты рук. Перчатки. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ 9871–75 Термометры стеклянные ртутные электроконтактные и терморегуляторы. Технические условия. Методы испытаний

ГОСТ 28498–90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ Р 12.1.019–2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ Р 53228–2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ПНСТ 109–2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения сопротивления пластическому течению цилиндрических образцов на установке Маршалла

ПНСТ 110–2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод подготовки цилиндрических образцов с использованием установки Маршалла

ПНСТ 111–2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод проведения термостатирования

ПНСТ 112–2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод приготовления образцов вращательным уплотнителем (Гиратором)

ПНСТ 114–2016 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические требования для метода объемного проектирования по методологии Superpave

ASTM D5581 Standard Test Method for Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus (6 inch-Diameter Specimen) (Стандартный метод испытания по определению устойчивости асфальтобетонных смесей к пластическому течению с использованием установки Маршалла (для 6-дюймовых образцов))

ASTM D6927 Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Asphalt Mixtures (Стандартный метод испытания асфальтобетонных смесей по определению стабильности и текучести по Маршаллу)

При пользовании настоящим методическим документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим методическим документом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 минеральный заполнитель (aggregate): Минеральный материал, который входит в состав асфальтобетонной смеси.

3.2 битумное вяжущее (bitumen binder): Органический вяжущий материал, производимый из продуктов переработки нефти, с добавлением при необходимости органических модифицирующих добавок.

3.3 испытываемый образец (test sample): Образец асфальтобетона, приготовленный путем уплотнения в лабораторных условиях, а также вырубка или керн, отобранные из покрытия автомобильной дороги.

3.4 номинальный максимальный размер минерального заполнителя (nominal maximum aggregate size): Размер минерального заполнителя, соответствующий размеру ячейки сита, которое на один размер больше первого сита, остаток минерального заполнителя на нем составляет более 10 %.

3.5 эквивалентная одноосная нагрузка – ЭООН (design ESALs): Нагрузка, равная 80 кН, передаваемая на дорожное покрытие от одной оси транспортного средства.

3.6 стабильность по Маршаллу S_m , Н (Marshall stability): Значение максимальной нагрузки, полученной при постоянной скорости деформирования до начала разрушения образца.

Примечание – Стабильность по Маршаллу характеризует устойчивость асфальтобетонного образца к стандартной нагрузке при температуре 60 °С в результате проведения испытаний.

3.7 текучесть по Маршаллу F_M (Marshall flow): Значение текучести по Маршаллу, представляющее собой величину общей (упругой и пластической) деформации образца, определяемой в ходе испытаний на стабильность.

Примечание – Деформация измеряется в диапазоне от нулевой до максимальной нагрузки и выражается в единицах, кратных 0,25 мм.

3.8 устойчивость к пластическому течению R_M , Н/мм (Marshall resistance): Способность уплотненных асфальтобетонов сопротивляться пластическим деформациям под действием нагрузок.

4 Основные положения

Настоящий методический документ разработан с учетом основных нормативных положений ASTM D5581 и ASTM D6927.

Испытания могут проводиться как с целью определения свойств уложенных асфальтобетонных покрытий, так и для лабораторного проектирования асфальтобетонных смесей. Образцы подготавливают в соответствии с требованиями настоящего методического документа и испытывают до их разрушения с фиксацией максимальной нагрузки (стабильности по Маршаллу), при которой определяется максимальное значение текучести по Маршаллу.

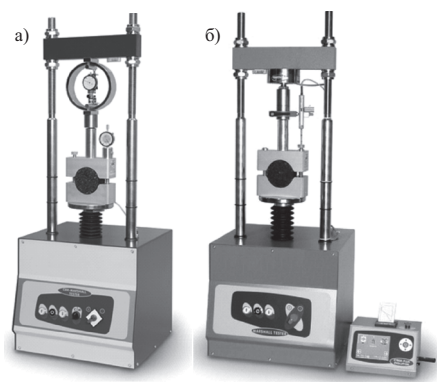


Рисунок 1 – Типовое оборудование (а, б) по определению стабильности и текучести

Исследования могут проводиться на двух различных типах оборудования (рисунок 1):

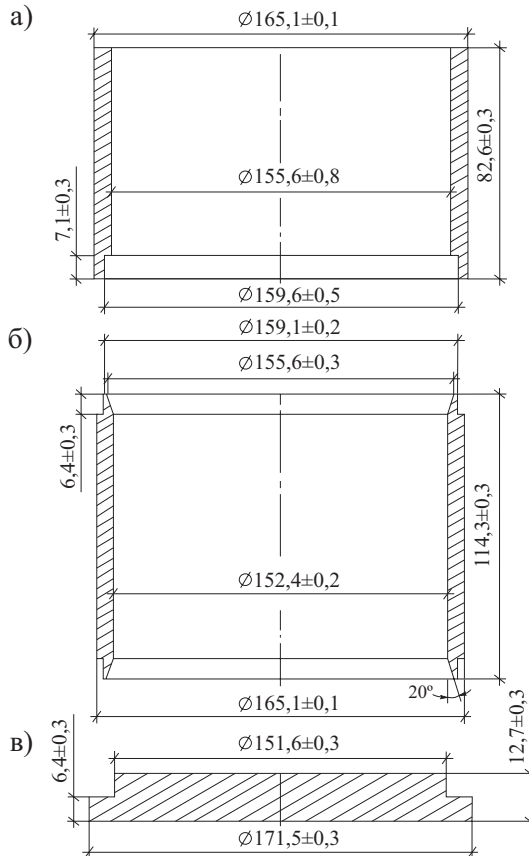
- грузочная рама с кольцевым динамометром часового типа (традиционный метод);

- нагрузка деформационного регистратора в сочетании с тензодатчиком и линейным переменным дифференциальным преобразователем (LVDT) или другим автоматическим записывающим устройством (автоматизированный метод).

Результаты испытаний одной асфальтобетонной смеси, полученные на лабораторных образцах и образцах, взятых из дорожного покрытия, могут отличаться.

5 Требования к оборудованию и вспомогательным устройствам для проведения испытаний

5.1 Форма для уплотнения образцов в сборе представляет собой металлический цилиндр, основание и удлинительное кольцо, которые должны соответствовать размерам, указанным на рисунке 2.



а – удлинительное кольцо;
б – металлический цилиндр (формующая часть); в – основание
(размеры даны в миллиметрах)

Рисунок 2 – Форма для уплотнения образцов

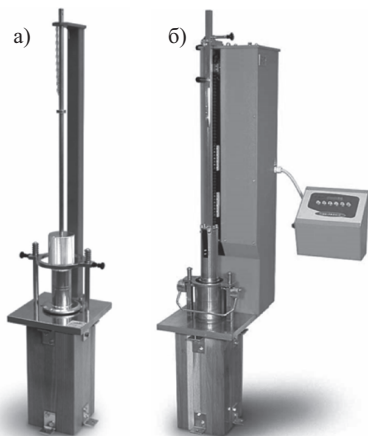
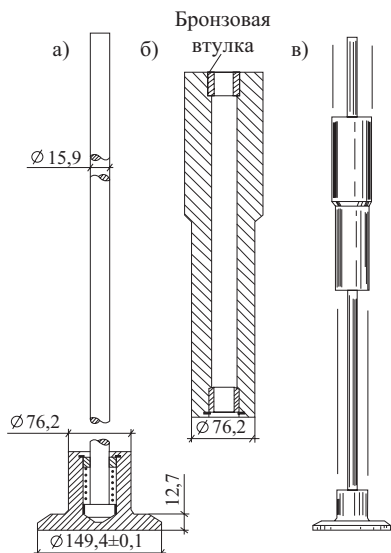


Рисунок 3 – Уплотнители Маршалла с ручным (а) и механическим (б) молотами



а – основание; б – скользящий груз; в – молот в сборе (размеры даны в миллиметрах)

Рисунок 4 – Уплотнительный молот

5.2 Устройство для извлечения образцов содержит стальной диск диаметром от 151,1 до 152,1 мм и толщиной $(12,7 \pm 0,3)$ мм, способный извлекать образцы из формы при помощи удлинительного кольца. При этом для передачи нагрузки от адаптера кольцевого динамометра к удлинительному кольцу необходима соответствующая рейка.

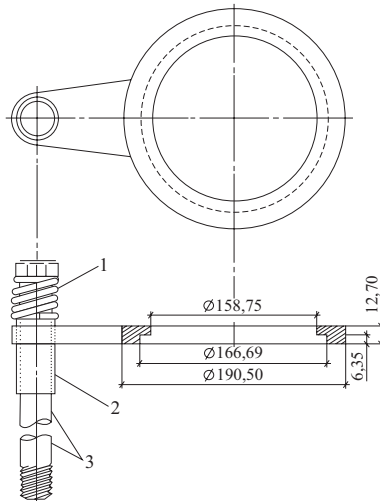
5.3 Уплотнители образцов могут быть с ручным либо механическим молотами (рисунок 3). Механический уплотнитель оснащен двигателем минимальной мощностью 250 Вт, цепным подъемником, рамой и устройством автоматического спуска подвижного груза. Серия образцов одного исследования должна быть уплотнена оборудованием одного типа.

5.4 Уплотнительный молот (рисунок 4) должен иметь плоскую круглую трамбовочную головку диаметром $(149,4 \pm 0,1)$ мм. Масса скользящего груза при свободном падении с высоты $(457,2 \pm 2,5)$ мм составляет $(10,21 \pm 0,01)$ кг. Рекомендуется использовать два уплотнительных молота.

5.5 Уплотнительная колонна включает деревянную стойку размером $203,2 \times 203,2 \times 457,2$ мм с верхней стальной пластиной размером $304,8 \times 304,8 \times 25,4$ мм. Деревянная стойка должна быть изготовлена из дуба, сосны или другой древесины со средней плотностью в сухом состоянии от 0,67 до 0,77 г/см³ и за-

креплена четырьмя угловыми кронштейнами на бетонном основании. Стальная пластина прочно прикрепляется к стойке. Уплотнительная колонна устанавливается таким образом, чтобы стойка находилась строго вертикально, а пластина лежала строго горизонтально.

5.6 Держатель форм для образцов монтируется на уплотнительной колонне так, чтобы уплотнительная форма размещалась по центру стойки. Может использоваться держатель, изображенный на рисунке 5, или подобное устройство. Держатель должен удерживать удлинительное кольцо, формирующую часть и основание формы в одном положении в течение всего процесса уплотнения образца.



1 – прижимная пружина; 2 – направляющая втулка;
3 – направляющая стойка
(размеры даны в миллиметрах)

Рисунок 5 – Держатель форм для образцов

5.7 Обжимная головка включает верхний и нижний сегменты с внутренним радиусом кривизны 76,2 мм. Поверхность головки должна быть механически обработана. Нижний сегмент монтируется на основании с двумя перпендикулярными направляющими штоками или стойками, выступающими вверх. Направляющие гильзы верхнего сегмента располагаются таким образом, чтобы сегменты могли направляться друг к другу без заедания или соскальзывания по направляющим штокам.

Типовая обжимная головка показана на рисунке 6, однако при соблюдении производителем оборудования всех основных требований к размерам и материалам форма и ее конструкция могут иметь иной вид, например как на рисунке 1.

Примечания

1 Направляющая стойка соединяется с пластиной колонны резьбовым соединением.

2 Размеры направляющей стойки, направляющей втулки и компрессионной пружины не регламентированы.

3 Уплотнительная форма должна быть прочно зафиксирована держателем.

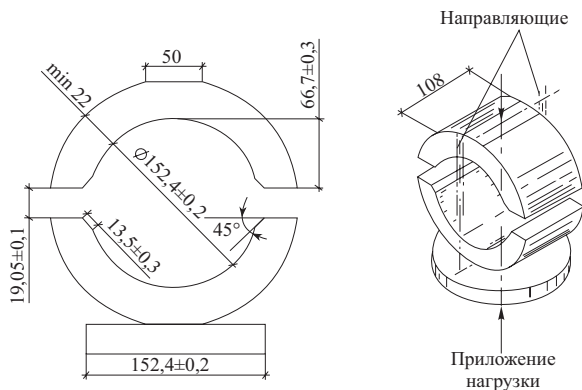
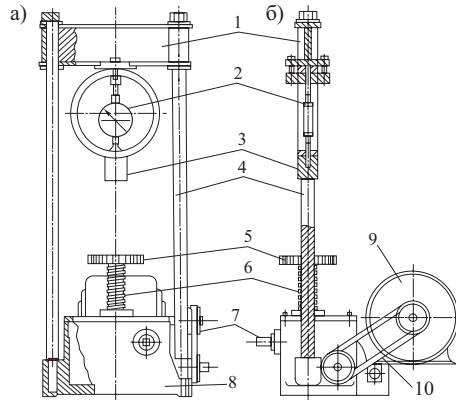


Рисунок 6 – Типовая обжимная головка
(размеры даны в миллиметрах)

5.8 Нагружающее устройство включает винтовой домкрат, смонтированный на раме для проведения испытаний, и обеспечивает равномерное движение обжимной головки по вертикали со скоростью (50 ± 1) мм/мин. Домкрат может быть оборудован электрическим двигателем.

На рисунке 7 показано типовое нагружающее устройство, однако при соблюдении производителем оборудования всех основных требований к размерам, материалам и техническим характеристикам нагружающего устройства форма и его конструкция могут иметь иной вид, например, как на рисунке 1.

Примечание – В качестве нагружающего устройства может использоваться механическая или гидравлическая установка, обеспечивающая в ходе приложения нагрузки скорость движения нагружающего элемента (50 ± 1) мм/мин.



а – вид спереди; б – поперечный разрез;

1 – нагрузочная балка; 2 – индикатор динамометра;

3 – переходник; 4 – вертикальная стойка; 5 – плита домкрата;

6 – подъемный винт; 7 – ручной привод; 8 – корпус домкрата;

9 – электродвигатель; 10 – ремень

Рисунок 7 – Типовое нагружающее устройство

5.9 Кольцевой динамометр в сборе с чувствительностью 4,536 кг в диапазоне от 0 до 453,6 кг и чувствительностью 11,340 кг в диапазоне от 453,6 до 4536 кг оснащен микрометрической шкалой с ценой деления 0,0025 мм. Для установки кольцевого динамометра на раме для испытаний и передачи нагрузки к обжимной головке необходимо применение верхнего и нижнего креплений динамометра.

Примечание – Вместо кольцевого динамометра в сборе можно использовать любое другое пригодное устройство для измерения нагрузки при условии, что его диапазон измерения и чувствительность отвечают требованиям, указанным выше.

5.10 Тензометр включает направляющую гильзу и датчик. Измерительный щуп датчика должен легко перемещаться внутри направляющей гильзы с небольшим сопротивлением трения, а направляющая гильза – на направляющем штоке обжимной головки. Датчик тензометра устанавливается на ноль в рабочее положение на обжимной головке при размещении каждого отдельно взятого испытуемого образца между сегментами обжимной головки. Цена деления датчика тензометра составляет 0,25 мм.

Примечание – Вместо тензометра для измерения текущей деформации можно использовать микрометрическую шкалу или записывающее устройство для определения зависимости деформации от нагружения.

5.11 Печь для нагрева заполнителей, битумного вяжущего, формы для образцов, уплотнительного молота и другого оборудования до необходимых температур смешения компонентов и уплотнения смеси, с принудительной вентиляцией предназначена для нагревания и поддержания температуры до 200 °С. Следует использовать нагревательное оборудование с термостатическим регулированием, способное поддерживать заданную температуру с точностью до 3 °С.

5.12 Смесительное оборудование рекомендуется применять механическое. Может использоваться любой тип механической мешалки, который позволит поддерживать требуемую температуру смешения и получить равномерную смесь с хорошим обволакиванием заполнителей в необходимом количестве в течение установленного времени. Кроме того, из смесительной емкости мешалки должен полностью выгужаться весь объем смешиваемой порции смеси.

5.13 Водяная баня высотой не менее 228,6 мм оснащена термостатическим регулированием для поддержания температуры (60 ± 1) °С. Емкость бани должна иметь перфорированное ложное дно или полку для установки образцов на высоте (50 ± 5) мм над ее дном.

5.14 Весы по ГОСТ Р 53228–2008 с предельной массой взвешивания 10 кг с ценой деления 1,0 г.

5.15 Термометры по ГОСТ 9871–75 для определения температур заполнителей, битумного вяжущего и асфальтобетонных смесей. Рекомендуется использовать бронированные или циферблатные термометры со стальным капилляром. Диапазон измерения должен составлять от 0 до 200 °С с ценой деления 1 °С.

5.16 Термометры по ГОСТ 28498–90 для определения температур воды и воздушной бани с диапазоном измерения от 20 °С до 70 °С и ценой деления 1 °С.

5.17 Контейнеры для нагревания заполнителей, в их качестве могут использоваться плоскодонные металлические поддоны или другие пригодные контейнеры.

5.18 Контейнеры для нагревания битумного вяжущего, в их качестве могут применяться сосуды с ребристой поверхностью, химические стаканы или разливочные ковши.

5.19 Смесительные инструменты, в их качестве могут использоваться стальной совок, либо шпатель для ручного перемешивания материала.

5.20 Совок плоскодонный для дозирования заполнителей.

5.21 Совок широкий для укладки асфальтобетонной смеси в форму для образцов.

5.22 Штыковка в виде металлического стержня диаметром не более 10 мм.

5.23 Диски бумажные диаметром не более 150 мм.

5.24 Перчатки по ГОСТ 12.4.103–83 для работы с горячим оборудованием, асфальтобетонными смесями и битумным вяжущим.

5.25 Маркировальный карандаш для нанесения идентификационных обозначений на образцы.

6 Требования безопасности, охраны окружающей среды

6.1 При работе с битумными вяжущими и асфальтобетонными смесями используют одежду специальную защитную по ГОСТ 12.4.131–83 или ГОСТ 12.4.132–83. Для защиты рук применяют перчатки по ГОСТ 12.4.252–2013.

6.2 Материалы, содержащие битумное вяжущее, согласно ГОСТ 12.1.007–76 относятся к 4-му классу опасности и являются малоопасными веществами по степени воздействия на организм человека.

6.3 При выполнении измерений соблюдают правила по электробезопасности по ГОСТ Р 12.1.019–2009 и инструкции по эксплуатации оборудования.

6.4 Битумные вяжущие согласно ГОСТ 12.1.044–89 относятся к горючим жидкостям. Работы с материалами, содержащими битумное вяжущее, должны производиться с соблюдением требований пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004–91.

6.5 Испытанный материал утилизируют в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя, указанными в стандарте организации на этот материал.

7 Требования к условиям испытаний

При выполнении измерений соблюдают следующие условия для помещений, в которых испытываются образцы:

- температура (22 ± 3) °С;
- относительная влажность (55 ± 15) %.

8 Порядок подготовки образцов

8.1 Определение количества испытываемых образцов

Необходимо подготовить не менее трех образцов для каждой комбинации содержания заполнителя и битумного вяжущего.

8.2 Подготовка заполнителей

Следует просушить заполнитель до постоянной массы при температуре $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ и разделить его методом сухого просеивания по фракциям требуемого размера.

8.3 Определение температур смешения и уплотнения

8.3.1 Температура, до которой необходимо нагреть битумное вяжущее для достижения им вязкости $(0,17 \pm 0,02)$ Па·с, должна приниматься равной температуре смешения компонентов асфальтобетонной смеси. Для определения отношения «температура – вязкость» может использоваться методика, приведенная в ПНСТ 112–2016.

8.3.2 Температура, до которой необходимо нагреть битумное вяжущее для достижения им вязкости $(0,28 \pm 0,03)$ Па·с, должна приниматься равной температуре уплотнения асфальтобетона. Для определения отношения «температура – вязкость» может использоваться методика, указанная в ПНСТ 112–2016.

8.4 Подготовка смесей

8.4.1 Для каждого образца в отдельных емкостях взвешивают такое количество каждой фракции заполнителя, которое требуется для получения порции, необходимой для формирования уплотненного образца высотой $(95,2 \pm 2,54)$ мм (приблизительно 4050 г). Емкости помещают в печь и нагревают до температуры, не превышающей температуру смешения, определенную согласно пункту 8.3.1, более чем на 28°C .

8.4.2 Далее нагретые заполнители загружают в смесительную емкость и тщательно перемешивают до однородного состояния. В сухом перемешанном заполнителе формируют углубление, в которое добавляют требуемое количество предварительно нагретого битумного вяжущего. Необходимо следить за тем, чтобы при перемешивании и последующей работе со смесью не происходило ее потерь.

8.4.3 В момент перемешивания смеси температура заполнителя и битумного вяжущего должна быть в пределах температур смешения, установленных согласно пункту 8.3.1. Заполнитель быстро смешивается с битумом до достижения равномерного обволакивания им частиц заполнителя. Если смесь состоит из высокоабсорбирующего заполнителя, ее следует поместить в закрытом контейнере в печь, установленную на температуру смешения, и выдержать в ней в течение 4 ч.

Примечание – Перед проведением исследований необходимо подготовленную для испытаний по Маршаллу асфальтобетонную смесь краткосрочно термостатировать по методу Б ПНСТ 111–2016.

8.5 Уплотнение образцов

8.5.1 Необходимо тщательно очистить форму для образцов и поверхность уплотнительного молота и нагреть их либо на электроплитке, либо в печи до температуры от 93,3 °С до 148,9 °С. Затем на дно формы помещают лист фильтровальной бумаги или бумажного полотенца требуемого размера. В форму загружают приблизительно половину порции асфальтобетонной смеси и тщательно отштыкуют нагретой штыковкой 15 раз по периметру и 10 раз по центру формы. Далее в форму помещают вторую половину порции смеси и процедуру штыкования повторяют. Снимают удлинительное кольцо уплотнительной формы, асфальтобетонную смесь выравнивают совком до придания ей скругленной поверхности. После этого поверх смеси помещают лист фильтровальной бумаги или бумажного полотенца требуемого размера. Температура смеси непосредственно перед уплотнением должна находиться в пределах температур уплотнения, указанных в пункте 8.3.2.

8.5.2 Затем следует вновь поместить удлинительное кольцо на форму, установить ее в держатель на уплотнительной колонне. Далее, если отсутствуют указания по степени уплотнения, рекомендуется уплотнить смесь таким количеством ударов молота, свободно падающего с высоты 457,2 мм, которое указано в таблице 1 в зависимости от ЭООН. Методика расчета количества приложений ЭООН приведена в ПНСТ 114–2016. После этого необходимо снять основание формы и удлинительное кольцо, перевернуть формирующую часть и пересобрать форму. Перевернутый образец уплотняют таким же количеством ударов молота, как и в первом случае.

Таблица 1 – Количество ударов одностороннего уплотнения образца в зависимости от ЭООН

Количество приложений ЭООН	Количество ударов молота
$<10^4$	52
От 10^4 до $\leq 10^6$	75
$>10^6$	112

Примечание – Для достижения плотностей, эквивалентных тем, которые можно получить при уплотнении образцов диаметром 101,6 мм, необходимо произвести 35, 50 и 75 ударов молота в соответствии с ПНСТ 110–2016, а образцов диаметром 152,4 мм – соответственно 52, 75 и 112 ударов, используя оборудование и процесс уплотнения, описанные в настоящем методическом документе.

8.5.3 Для предотвращения деформирования образца при извлечении из формы рекомендуется остудить его в форме до комнатной температуры, снять основание формы для использования устройства извлечения образцов. Далее форма вместе с удлинительным кольцом помещается на установку для проведения испытаний по определению пластического течения, на которой нагрузка от балки передается на удлинительное кольцо и образец вытесняется в него. Затем кольцо поднимается, образец осторожно переносится на гладкую ровную поверхность и выдерживается не менее 12 ч при комнатной температуре. До начала испытаний необходимо взвесить и измерить образец.

Примечание – При необходимости более быстрого охлаждения образца могут использоваться настольные вентиляторы.

9 Порядок выполнения испытаний

9.1 Образцы нагревают до требуемой температуры на водяной бане в течение (60 ± 5) мин или в печи в течение 3 ч. Температура водяной бани или внутри печи должна поддерживаться на уровне $(60 \pm 1) ^\circ\text{C}$. До проведения испытаний необходимо тщательно очистить направляющие штоки и внутренние поверхности обжимной головки. Направляющие штоки следует смазывать рекомендованными средствами производителя оборудования так, чтобы верхняя часть обжимной головки легко скользила по направляющим. Температура обжимной головки должна поддерживаться на уровне $21,1 ^\circ\text{C}$ – $37,8 ^\circ\text{C}$. При необходимости следует использовать для этого водяную баню. Образец извлекается из водяной бани или печи и помещается на нижний сегмент обжимной головки. Ее верхний сегмент размещается на образце, и весь блок ставится в рабочее положение на установку для проведения испытаний.

9.2 Нагружающее устройство прикладывает на образец через обжимную головку равномерную нагрузку со скоростью (50 ± 1) мм/мин до достижения ею максимальной величины и падения по показаниям датчика. Максимальная нагрузка фиксируется установкой или преобразуется из максимальных показаний микрометрической шкалы. Отмечается показание микрометрической шкалы в тот момент, когда максимальная нагрузка начнет падать. Необходимо записать указанные значения пластического течения или эквивалентные им единицы измерения, кратные 0,25 мм, если для измерения пластического течения используется микрометрическая шкала. Время проведения испытания, начиная с момента извлечения тестового образца из водяной бани и заканчивая моментом определения максимальной нагрузки, не должно превышать 30 с.

9.3 Для образцов, выбуренных из дорожного покрытия, нужно проводить корректировку результатов испытаний, если толщина образца отлична от 95,2 мм. Для этого используются коэффициенты коррекции, приведенные в таблице 2, которые были определены на основании методики испытаний ПНСТ 109–2016 с учетом объема испытуемого образца относительно объема образца толщиной 95,2 мм. Следует убедиться в том, что выбуренные образцы имеют гладкие поверхности. В противном случае при испытании может наблюдаться точечная нагрузка, что приведет к получению ошибочно низких показателей стабильности по Маршаллу.

Таблица 2 – Коэффициенты коррекции для расчета стабильности по Маршаллу в зависимости от размеров образца

Толщина образца, мм	Объем образца, см ³	Коэффициент коррекции
88,9	От 1608 до 1636	1,12
90,5	От 1637 до 1665	1,09
92,1	От 1666 до 1694	1,06
93,7	От 1695 до 1723	1,03
95,2	От 1724 до 1752	1,00
96,8	От 1753 до 1781	0,97
98,4	От 1782 до 1810	0,95
100,0	От 1811 до 1839	0,92
101,6	От 1840 до 1868	0,90

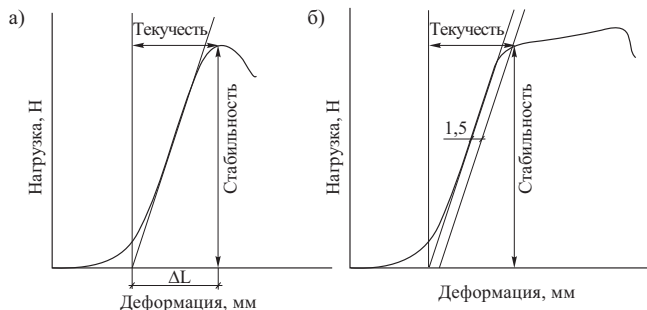
10 Обработка результатов испытаний

10.1 Результаты испытаний должны определяться как среднее арифметическое значение показателей минимум трех образцов, полученных из одной порции замеса асфальтобетонной смеси.

10.2 Показатель стабильности по Маршаллу S_M находится как максимальное значение нагрузки, испытанной образцом, до его последующего разрушения (рисунок 8).

10.3 Показатель текучести по Маршаллу F_M представляет собой полную деформацию образца от точки, где проецируемая касательная к линейной части кривой (упругая деформация) пересекает ось абсцисс, до крайней точки линейного участка, где кривая начинает приобретать горизонтальную тенденцию, соответствующую пластическим деформациям образца (см. рисунок 8а).

На кривой окончание участка текучести по Маршаллу F_M обычно соответствует точке максимального значения нагрузки (см. рисунок 8а), однако в некоторых случаях кривая не заканчивается характерной пиковой точкой, в связи с чем достаточно сложно четко найти расчетную точку, поэтому на кривой она определяется через 1,5 мм справа от касательной линии, как показано на рисунке 8б.



- а – график с характерной пиковой точкой;
 б – график с затяжной кривой; ΔL – деформация образца
 (размер дан в миллиметрах)

Рисунок 8 – Типовые графики определения стабильности и текучести по Маршаллу

10.4 Значение текучести по Маршаллу F_M обычно на испытательных установках регистрируется в единицах, кратных 0,25 мм. Например, если деформация образца составила 3,8 мм, то значение текучести по Маршаллу F_M будет 15,2.

Если значение текучести по Маршаллу определяется при помощи автоматического записывающего устройства, то в результате обычно можно получить график, подобный тому, который показан на рисунке 9, где начальная текучесть равна 4, конечная – 18, зафиксированная составляет $18 - 4 = 14$.

10.5 На нижней части кривой зависимости стабильности и текучести по Маршаллу можно увидеть эффекты от неровности поверхности образца до момента полного соприкосновения («посадки») тестовых обжимных головок с поверхностью образца. Поэтому в случае использования автоматического записывающего устройства зафиксированное значение текучести по Маршаллу должно быть скорректировано путем вычитания части значений текучести, соответствующих отрезку «посадки» образца (см. рисунок 9). Для того чтобы точно определить точку начала отсчета показаний текучести,

следует начертить касательную, соединяющую две точки на кривой «стабильность – текучесть», соответствующие значениям стабильности по Маршаллу 25 % и 75 %. В точке, где эта касательная пересекает ось «х», начинается отсчет значений текучести по Маршаллу.

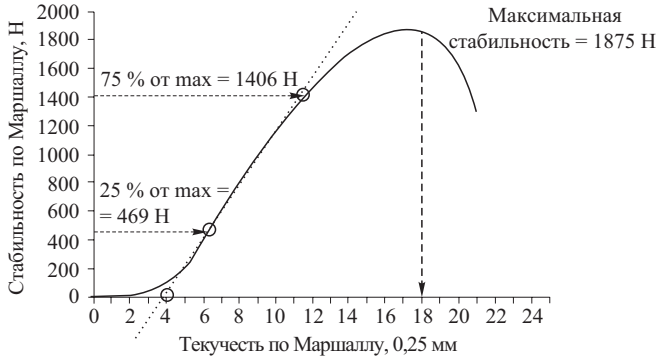


Рисунок 9 – Алгоритм определения значения текучести по Маршаллу

10.6 При использовании контрольного кольца и расходомера никаких поправок не требуется, так как расходомер «обнуляется» на откалиброванном металлическом диске или образце.

Образцы, уплотненные в лаборатории, должны удовлетворять требованиям к их толщине (см. таблицу 2). В случае если уплотненные образцы отличаются от необходимого размера в пределах объема, то их значения должны быть скорректированы на основе объема образца.

10.7 Стабильность по Маршаллу S_M , определяемая на взятых из покрытия кернах с большими изменениями объема или толщины, также должна быть скорректирована. Коэффициенты коррекции приведены в таблице 2. Коррекция значения стабильности по Маршаллу S_M , Н, выполняется по формуле

$$S_M = Pk, \quad (1)$$

где P – измеренное значение стабильности (максимальная нагрузка), Н;
 k – коэффициент коррекции.

10.8 Показатель устойчивости асфальтобетонной смеси к пластическому течению R_M , Н/мм, определяется как отношение стабильности по Маршаллу S_M к диапазону деформации образца от точки пересечения касательной к кривой с осью абсцисс до точки определения стабильности по Маршаллу S_M (см. рисунок 8а), выраженный следующей формулой:

$$R_M = \frac{S_M}{\Delta L}. \quad (2)$$

11 Оформление результатов

По результатам работ, выполненных в соответствии с данным методическим документом, необходимо оформить протокол, содержащий следующую информацию:

- наименование организации, проводившей испытание;
- дата и время;
- тип и вид асфальтобетонной смеси;
- номинальный максимальный размер заполнителя;
- марка битумного вяжущего;
- способ приготовления асфальтобетонной смеси (заводские условия или производство в лаборатории);
- метод уплотнения (образец из дорожного покрытия, уплотненный в полевых условиях, или образец, полученный с помощью лабораторного уплотнителя с указанием его типа и количества вращений (ударов, проходов);
- высота и диаметр всех образцов с точностью до 0,1 мм;
- содержание воздушных пустот в каждом образце;
- значение скорректированной стабильности по Маршаллу S_M , Н;
- значение текучести по Маршаллу F_M , 0,25 мм;
- значение устойчивости асфальтобетонной смеси к пластическому течению R_M , Н/мм.

ОКС

Ключевые слова: уплотнительный молот, устойчивость к пластическому течению, стабильность по Маршаллу, текучесть по Маршаллу, уплотненный асфальтобетон

Редактор *М.Н. Захарова*
Корректор *О.П. Вьюнова*
Компьютерная верстка *Т.В. Серегина*
Компьютерная графика *Т.Б. Рябинкина*

Подписано в печать 10.04.2019 г. Формат бумаги 60х84 1/16.
Уч.-изд.л. 1,4. Печ.л. 1,6. Тираж 300.

Адрес ФГБУ «ИНФОРМАВТОДОР»:
129085, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел.: +7 (495) 747-91-00, 747-91-05
E-mail: sif@infad.ru
Сайт: информавтодор.рф