

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра строительных технологий, геотехники и экономики строительства

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
строительных технологий, геотехники и
экономики строительства
«30» августа_ 2017 г.,
протокол №1
Заведующий кафедрой
Н.С.Соколов_
«30» августа 2017 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

«СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

Направление подготовки 08.03.01 – «Строительство»

Квалификация (степень) выпускника – «Бакалавр»

Направленность (профиль) Автомобильные дороги

Чебоксары - 2017

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки 08.03.01 – «Строительство».

СОСТАВИТЕЛИ:

Доцент кафедры строительных технологий,
геотехники и экономики строительства _____ Д.Л.Кузьмин

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол
№1.

Декан факультета _____ А.Н. Плотников

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

1.1. Общие сведения

Битумы относят к органическим вяжущим материалам, способных к изменению своих физико-механических свойств в зависимости от температуры. Эти вещества хорошо сцепляются с поверхностью камня, песка, бетонов, кирпича и др., способны обратимо размягчаться при нагревании и повышать свою вязкость при последующем охлаждении, хорошо растворяются в органических растворителях, имеют повышенную водонепроницаемость (гидрофобность), пластичность и устойчивость к атмосферным воздействиям.

Битумы – это вещества, состоящие из смеси высокомолекулярных углеводородов и их кислородных, сернистых и азотистых производных. Бывают как природными, так и искусственными. Производство искусственных (нефтяных) битумов основано на переработке нефтяного сырья и в зависимости от технологии производства они могут быть: остаточные, получаемые из гудрона путем глубокого отбора из него масел; окисленные, получаемые окислением гудрона в специальных аппаратах; крекинговые, получаемые переработкой остатков крекинга нефти.

По своему строению битум – это коллоидная система, в которой дисперсной фазой являются асфальтены (высокомолекулярные углеводороды с молекулярной массой 1000-5000), а дисперсионной средой – смолы и масла. В твердой фазе может также содержаться парафин. От соотношения этих компонентов зависят свойства битума. Повышенное содержание асфальтенов и смол приводит к возрастанию твердости, температуры размягчения и хрупкости битума. Масла делают битум мягким и легкоплавким. Парафин ухудшает свойства битума, делая его хрупким при пониженных температурах.

Битумы применяются как вяжущее для асфальтобетона, для составления битумных эмульсий, получения кровельных и гидроизоляционных материалов, гидроизоляции в общестроительных работах и др.

По назначению различают несколько видов нефтяных битумов: дорожные, строительные, кровельные, изоляционные и специальные. В зависимости от вязкости при нормальной температуре битумы разделяют на твердые, вязкие и жидкие.

В зависимости от глубины проникания иглы при 25 °С вязкие дорожные нефтяные битумы подразделяются на следующие марки: БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300, БН 60/90, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300.

В дорожном строительстве нефтяные вязкие битумы используют в качестве вяжущего материала. Для этих целей битум должен обладать невысокой вязкостью, хорошо смачивать каменный материал, обволакивать и прочно прилипнуть к нему.

Таблица 1

Область применения вязких дорожных битумов

Дорожноклиматическая зона	Среднемесячные температуры наиболее холодного месяца, °С	Марка битума
I	Не выше -20	БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II и III	От -10 до -20	БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БНД 200/300
II, III, IV	От -5 до -10	БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300
IV и V	Не ниже +5	БНД 40/60, БНД 60 /90, БНД 90/130, БН 60 /90, БН 90/130

Таблица 2

Основные требования к качеству нефтяных дорожных вязких битумов

Наименование показателя	Норма для битума марки									
	БНД 200/300	БНД 130/200	БНД 90/130	БНД 60/90	БНД 40/60	БН 200/300	БН 130/200	БН 90/130	БН 60/90	
Глубина проникания иглы, 0,1мм: при 25 °С при 0 °С, не менее	201-300 45	131-200 35	91-130 28	61-90 20	40-60 13	201-300 24	131-200 18	91-130 15	60-90 10	
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	35	40	43	47	51	33	38	41	45	
Растяжимость, см, не менее: при 25 °С при 0 °С	- 20	70 6,0	65 4,0	55 3,5	45 -	- -	80 -	80 -	70 -	
Температура хрупкости, °С, не выше	-20	-18	-17	-15	-12	-14	-12	-10	-6	
Температура вспышки, °С, не ниже	220	220	230	230	230	220	230	240	240	
Изменение температуры размягчения после прогрева, °С, не более	7	6	5	5	5	8	7	6	6	
Индекс пенетрации	От -1,0 до +1,0					От -1,5 до +1,0				

1.2. Определение глубины проникания иглы

Приборы и оборудование: пенетрометр, термометр с интервалом измеряемых температур 0-50 °С, кристаллизатор с водой, секундомер.

Условная вязкость битума, характеризуется глубиной проникания стандартной иглы при 25 и 0°С. Прибор с помощью которого определяют вязкость называется пенетрометром (рис. 1.). Глубина проникания иглы, являясь характеристикой условной вязкости битума, определяется путем измерения глубины погружения иглы пенетрометра в образец битума под нагрузкой ($100\pm 0,25$) г в течение 5 с при температуре 25°С или под нагрузкой 200 г в течение 60 с при температуре 0°С. Глубина проникания иглы является важным показателем битумов при определении их марки.

Пенетрометр состоит из металлического штатива 1, нижняя часть которого представляет собой опорную площадку с тремя установочными винтами для приведения ее в горизонтальное положение. К опорной площадке прикреплен вращающийся предметный столик 9 для установки кристаллизатора 8 с металлической цилиндрической чашкой 7, в которую помещают испытуемый битум. На верхнем кронштейне штатива укреплен циферблат 2, разделенный на 360°, и контактная рейка (кремольера) 3, движение которой передается стрелке циферблата. На нижнем кронштейне закреплен свободно падающий стержень с иглой 6, удерживаемый стопорной кнопкой 4. Длина иглы - 50,8 мм, диаметр - 1,2 мм. Зеркало 5 служит для визуального контроля момента соприкосновения иглы с битумом.

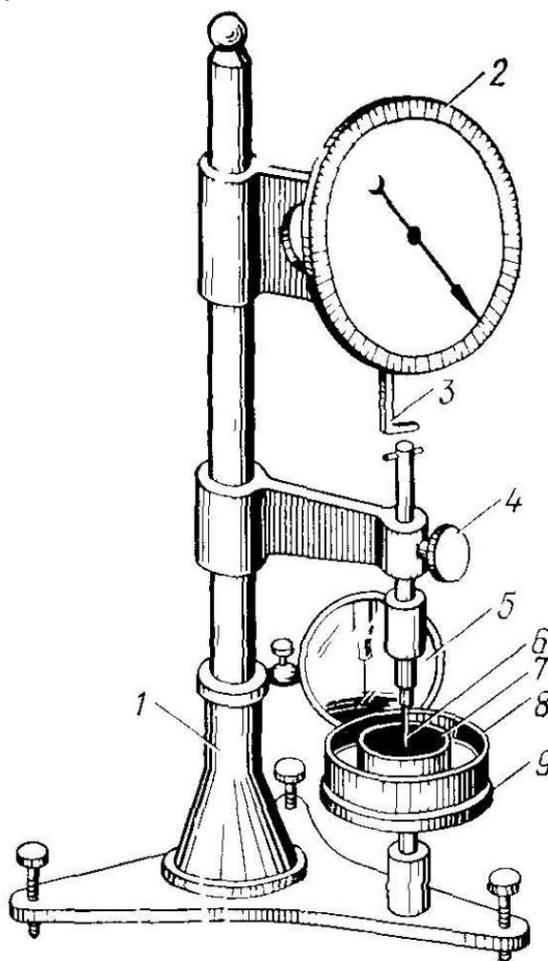


Рис. 1. Пенетрометр:

1 – штатив; 2- циферблат; 3 – кремальера; 4 –стопорная кнопка;
5 – зеркало; 6 – игла; 7 – чашка; 8 – кристаллизатор; 9 –предметный столик.

Битум предварительно расплавляют и наливают в металлическую чашку диаметром 5,5 см и высотой 4 см после чего охлаждают при температуре 18-20 °С в течение 1 ч. Затем чашку с битумом помещают в воду с температурой 25 °С или 0 °С и выдерживают при этой температуре в течении 1 ч (колебания температуры воды не должны превышать $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$). После того как битум приобрел температуру 25 или 0 °С, чашку с битумом помещают в кристаллизатор заполненный водой с такой же температурой (25 или 0 °С) и переносят на столик пенетрометра подводя острие иглы к поверхности битума, при этом игла должна слегка касаться битума, но не входить в него.

Кремальеру доводят до верхней площадки стержня, несущего иглу, и устанавливают стрелку на нуль, после чего одновременно включают секундомер и нажимают стопорную кнопку, давая игле свободно входить в битум. Время погружения иглы должно составлять 5 с при определении пенетрации при 25 °С и 60 с при 0°С. По истечении этого времени кнопку отпускают. Затем доводят нижнюю часть кремальеры до верхней площадки стержня с иглой, и стрелка, передвигающаяся вместе с кремальерой, покажет в градусах расстояние, пройденное иглой за 5 (60) с. Определение повторяют три раза в различных точках на поверхности битума, отстоящих не менее чем на 10 мм от краев чашки и одна от другой. Среднее арифметическое этих определений дает значение проникания в градусах, соответствующее глубине проникания иглы в десятых долях миллиметра. После каждого погружения иглу обмывают бензином и насухо вытирают чистой сухой ветошью. Расхождение между результатами испытаний не должно превышать 5% величины меньшего из них.

1.3. Определение температуры размягчения

Приборы и оборудование: прибор "кольцо и шар", термометр с интервалом измеряемых температур 0-100 °С, спиртовка, секундомер.

По температуре размягчения можно судить об относительной теплостойкости и степени размягчаемости битумов при нагревании. Данный параметр определяют, на приборе «Кольцо и шар» (рис. 2 а), который состоит из трех металлических дисков, скрепленных металлическими стержнями 4.

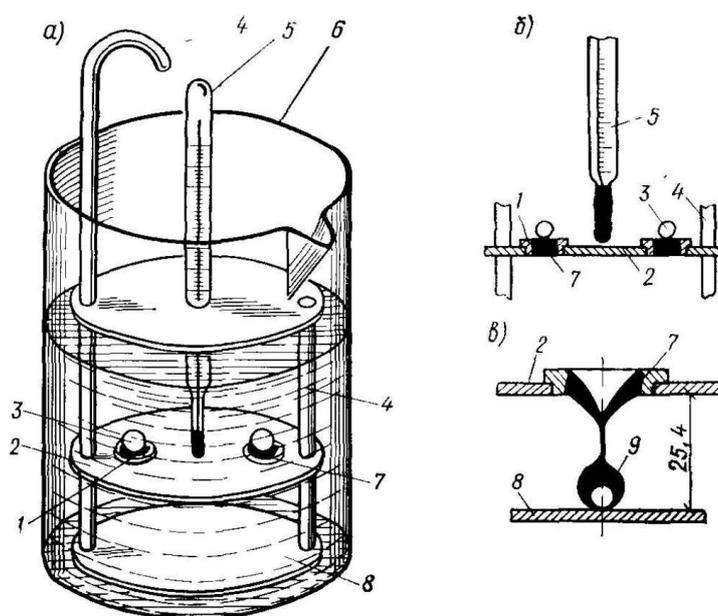


Рис. 2. Определение температуры размягчения битума:

а – прибор «кольцо и шар»; б – размещение колец на средней полке; в – проход битума с шариком через кольцо; 1 – латунные кольца; 2,8 – диски; 3 – стальной шарик; 4 – металлические стержни; 5 – термометр; 6 – стакан; 7,9 – битум.

Расстояние между двумя нижними дисками должно быть 25,4 мм. В среднем диске 2 имеются два отверстия, в каждое из которых вставляют латунные кольца 1 внутренним диаметром 15,88, высотой 6,25 и толщиной стенок 2,38 мм. В середине верхнего диска есть отверстие, в которое вставляют термометр 5.

Температуру размягчения битума по методу «Кольцо и шар» по следующей методике. Латунные кольца кладут на металлическую пластинку и смазывают смесью талька с глицерином в соотношении 1:3). Затем с небольшим избытком кольца заполняют расплавленным и перемешанным (в течение 15 мин) битумом 7. После охлаждения избыток битума срезают нагретым ножом вровень с краями. Кольцо устанавливают горизонтально в отверстия на среднем диске прибора. Термометр вставляют в среднее отверстие верхнего диска, чтобы ртутный шарик находился на уровне кольца.

Прибор с кольцами ставят в стакан 6 наполненный дистиллированной водой с температурой 5°C. Через 15 мин прибор вынимают из стакана, на каждое кольцо в центре поверхности битума кладут стальной шарик 3 диаметром 9,5 мм и массой 3,45-3,55 г (рис. 2 б) и помещают прибор в тот же стакан. Стакан с прибором ставят на асбестовую сетку, нагревают на спиртовке так, чтобы скорость подъема температуры составляла 5°C/мин. При нагревании битум размягчается и стальной шарик вместе с битумом 9 проходит сквозь отверстие кольца. Температура, при которой размягчившийся битум под действием массы шарика коснется нижнего диска прибора 8 (рис. 2 в), принимают за температуру размягчения. За результат берут среднее арифметическое двух измерений. Если температура размягчения битума выше 80°C, прибор заполняют не водой, а глицерином, а образец перед испытанием выдерживают в течение 15 мин при температуре 32°C.

1.4. Определение растяжимости

Приборы и оборудование: дуктилометр, термометр с интервалом измеряемых температур 0-50 °C.

Растяжимость (дуктильность) – это свойство битумов вытягиваться в тонкие нити под влиянием приложенного растягивающего усилия. Растяжимость дорожных битумов характеризуется длиной нити до разрыва при температуре 25°C и скорости вытягивания 5 см/мин или при температуре 0°C и скорости вытягивания 0,5 см/мин. Выражается растяжимость в сантиметрах.

Растяжимость битумов определяют на приборе дуктилометре (рис. 3), который представляет собой специальный ящик, покрытый внутри оцинкованной сталью.

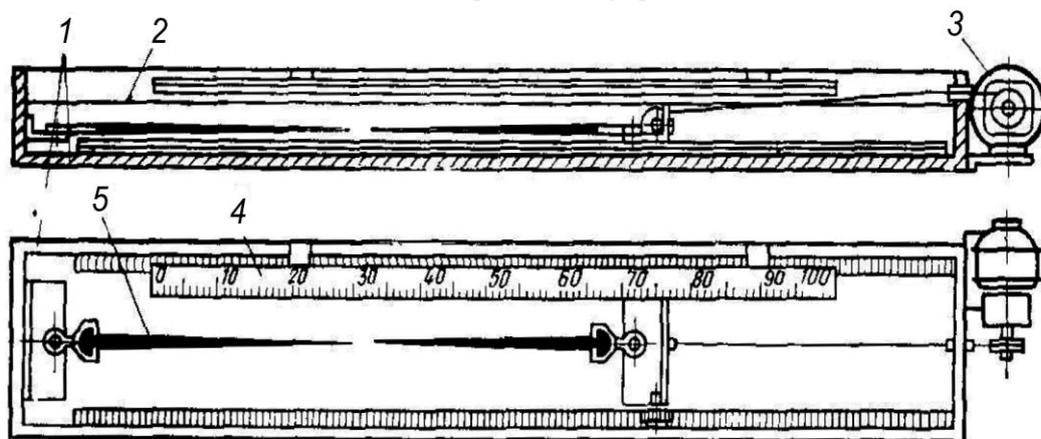


Рис. 3. Дуктилометр:

- 1 – сосуд; 2 – уровень воды; 3 – электродвигатель;
- 4 – линейка; 5 – вид образца в момент разрыва.

По длине ящика проходит червячный винт с насаженными на него двумя салазками, которые передвигаются по винту при помощи электродвигателя. Ящик снабжен шкалой, по которой перемещается указатель, закрепленный на салазках и показывающий удлинение образца.

Образцы готовят наливая тонкой струей расплавленный битум в латунные разборные формы (рис. 4) с небольшим избытком. Перед заливкой битума внутренние поверхности форм смазывают смесью талька с глицерином в пропорции 1:3 и устанавливают на металлическую пластину. Длина битумного образца составляет 7,5 см, а сечение в узкой части – 1 см². Формы с битумом охлаждают в течение 30 мин в помещении с температурой 18—20°С, после чего горячим ножом срезают избыток битума от середины формы к ее краям.

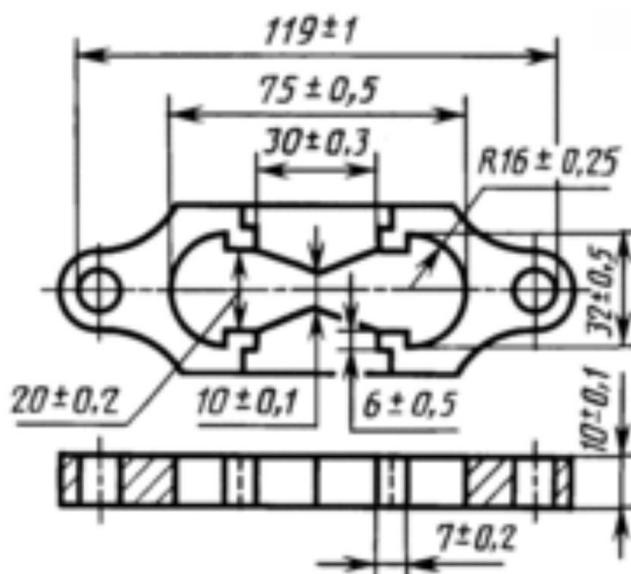


Рис. 4. Вид формы для образцов.

Образцы битума выдерживают в воде при температуре $25 \pm 0,1^\circ\text{C}$ или $0 \pm 0,1^\circ\text{C}$ в течение 1,5 часов. Затем дуктилометр заполняют водой с температурой 25°C или 0°C и в ходе эксперимента поддерживают эту температуру постоянной. Образцы с формой и пластинкой достают из воды и помещают в дуктилометр. Слой воды над образцом должен быть не менее 25 мм. Затем проверив скорость движения салазок и температуру воды, закрепляют форму в дуктилометре (надевают ее на штифты, укрепленные на салазках и стройке ящика), отнимают боковые части формы и включают электродвигатель, растягивая образец с указанной выше скоростью. Длину нити битума (см), отмеченную указателем в момент ее разрыва, принимают за показатель растяжимости битума. Испытание проводят три раза и за окончательный результат принимают среднее арифметическое трех определений.

1.5. Определение температуры хрупкости

Приборы и оборудование: прибор Фрааса, секундомер.

Температура хрупкости дорожных битумов обычно меняется в пределах от -5 до -20°C . Качество битума тем выше, чем ниже температура его хрупкости. Такой материал более долговечен при действии отрицательных температур и дает меньшее растрескивание.

Для определения температуры хрупкости вяжущего используют прибор Фрааса (рис. 5), который работает на смеси спирта и твердой углекислоты.

Берут навеску 0,4 г вяжущего, помещают на специальную стальную пластинку и нагревают до момента когда вяжущее растечется по ней ровным слоем. Перед испытанием пластинку выдерживают на воздухе 20 мин. Эксперимент проводят следующим образом. Пластинку с вяжущим вставляют в зажимы прибора Фрааса и снижают температуру воздуха в приборе с помощью спирта и сухого льда со скоростью 4 °С в минуту. Начиная с температуры 0 °С через каждый 1°С пластинку сгибают и возвращают в исходное положение. За температуру хрупкости берут показания термометра в момент появления первой трещины на битуме при сгибании пластинки. Опыт проводят не менее трех раз.

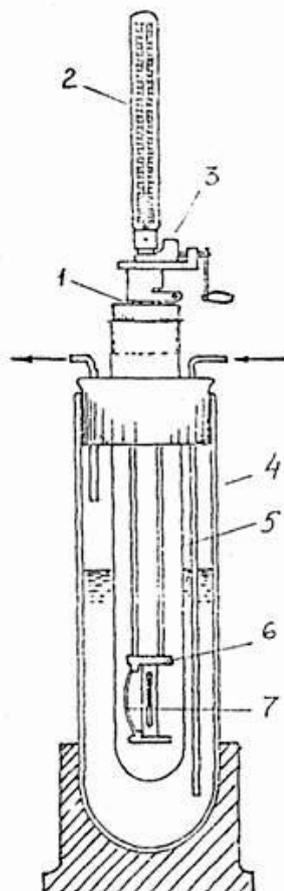


Рис. 5. Прибор для определения температуры хрупкости битума:
 1 - коаксиальные трубки; 2 - термометр; 3 - клиновидное устройство;
 4 - сосуд Дьюара; 5 - пробирка; 6 - захваты; 7 - пластинка с битумом.

1.6. Определение температуры вспышки

Приборы и оборудование: прибор для определения температуры вспышки, термометр.

Температурой вспышки называют температуру, при которой горючие вещества, выделяющиеся из битума, при нагревании образуют с воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней источника пламени. Температуру вспышки битумов определяют для установления безопасного режима их расплавления и приготовления на их основе асфальтобетона, мастик и других материалов.

Для определения температуры вспышки используют стандартный прибор (рис. 6), состоящий из наполненного песком большого стального тигля 4, подогреваемого газовой горелкой 6 и внутреннего стального тигля 3 в который наливают расплавленный битум. До начала испытания малый тигель промывают бензином и просушивают его над зажженной горелкой, после чего помещают в большой тигель с прокаленным песком так,

чтобы уровень песка был на 12 мм ниже края тигля, а между дном этого тигля и наружным тиглем был слой песка толщиной 5—8 мм. Расплавленный битум наливают во внутренний тигель.

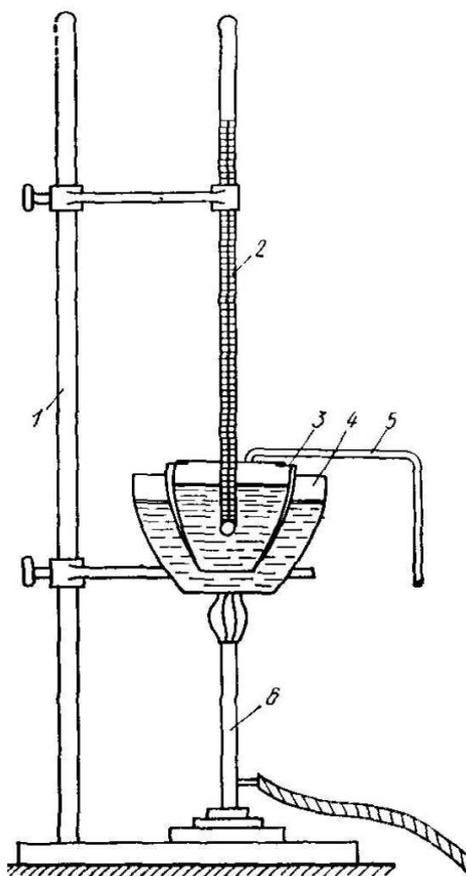


Рис. 6. Прибор для определения температуры вспышки битума:
1 – штатив; 2 – термометр; 3 – внутренний тигель; 4 – внешний тигель;
5 – зажигательное приспособление; 6 – газовая горелка.

Большой тигель (вместе с малым тиглем) устанавливают в кольцо, закрепленное на штативе 1; под него ставят газовую горелку, а сверху в битум погружают термометр 2 так, чтобы ртутный шарик его находился в центре меньшего тигля. К поверхности битума подводят зажигательное приспособление 5, состоящее из трубки, соединенной с газопроводом. Большой тигель нагревают пламенем газовой горелки с таким расчетом, чтобы повышение температуры в начале испытания было в пределах 10°С/мин. За 40°С до ожидаемой температуры вспышки скорость нагрева уменьшают до 4°С/мин, за 10°С до ожидаемой температуры вспышки поджигают зажигательное приспособление и медленно проводят им по краю тигля на расстоянии 10—14 мм от поверхности битума. Длина пламени зажигательного приспособления должна быть около 4 мм. Появление синего пламени над поверхностью битума принимается за момент его вспышки, а температура, отмеченная в этот момент, — за температуру вспышки.

При проведении испытания следует не допускать движения воздуха и яркого света. Это затрудняет обнаружение момента вспышки. Определение проводят дважды. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух определений.

1.7. Определение изменения массы и температуры размягчения после прогрева

Приборы и оборудование: чашки металлические цилиндрические с плоским дном диаметром 128 мм, высотой 15 мм или чашки стеклянные с наружным диаметром 100 мм,

шкаф сушильный с терморегулятором, сито металлическое с сеткой № 07, термометр с интервалом измеряемых температур 0-200 °С, эксикатор, весы лабораторные технические.

Изменение массы битума и температуры размягчения после прогрева является результатом уменьшения его массы вследствие испарения летучих компонентов или ее увеличения за счет окисления воздухом. Этот метод используется для определения стабильности битумов при продолжительном хранении при повышенных температурах, оцениваемой по изменению их качественных показателей.

Перед испытанием пробу битума при необходимости обезвоживают нагреванием до температуры на 80-100 °С выше температуры размягчения, но не ниже 125 °С и не выше 180 °С, не допуская перегрева, перемешивая стеклянной палочкой. Битум, обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния, процеживают через металлическое сито и перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха.

Тщательно вымытые чашки помещают не менее чем на 30 мин в сушильный шкаф при 105 ± 1 °С. Затем чашки охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Битум наливают не менее чем в две чашки (в металлические по $50 \pm 0,1$ г, стеклянные по $28 \pm 0,1$ г в каждую) и при осторожном наклоне чашки распределяют его по дну равномерным слоем (приблизительно 4 мм). После охлаждения битума до комнатной температуры в эксикаторе пробы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Взвешенные пробы устанавливают на горизонтальную решетку сушильного шкафа, предварительно нагретого до 163 ± 1 °С. Температуру контролируют термометром, ртутный резервуар которого находится на уровне чашек. Во время испытания сушильный шкаф не открывают. Прогрев битума продолжается 5 ч. Так как при установлении проб температура сушильного шкафа понижается, то 5 ч отсчитывают от момента достижения 163 °С. Время достижения заданной температуры не должно превышать 15 мин.

По истечении 5 ч чашки с битумом вынимают из сушильного шкафа, устанавливают в эксикаторе и после охлаждения до комнатной температуры взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Изменение массы битума после прогрева (X) в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m - m_1)}{m} 100\%,$$

где X – содержание испарившегося разжижителя, %; m - масса жидкого битума до испытания, г; m_1 - масса жидкого битума после испытания, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений. Для определения изменения температуры размягчения после прогрева содержимое чашек расплавляют в сушильном шкафу при 163 ± 1 °С и после перемешивания проводят испытания по п.1.3. Изменение температуры размягчения после прогрева вычисляют как разность температур размягчения.

1.8. Определение индекса пенетрации

Индекс пенетрации – показатель, связывающий два наиболее характерных свойства битума: глубину проникания иглы и температуру размягчения. Его определяют по ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие» (таблицы приложения 2) или вычисляют по формуле:

$$И.П. = \frac{30}{1+50A} - 10,$$

$$\text{где } A = \frac{2,9031 - \log P}{T - 25};$$

P – глубина проникания при 25°C; 0,1 мм; T – температура размягчения битума, °C.

1.9. Определение «пассивного» сцепления битума с мрамором и песком

Приборы и оборудование: металлические сита с отверстиями размером 2x2 и 5x5, сито с металлической сеткой № 07, металлическая сетка № 025 или 05, металлическая ложка, фарфоровая чашка, термостат, фильтровальная бумага, весы лабораторные, термометр (до 150 °C), стаканы, плитка электрическая, сушильный шкаф, мрамор белый (содержание CaCO₃ не менее 98%, MgCO₃ не более 1,5%), песок (SiO₂ не менее 98%, размер зерен 0,5-0,8 мм), дистиллированная вода.

Сущность метода «пассивного» сцепления дорожных битумов с минеральными материалами - мрамором и песком заключается в определении способности вязкого битума удерживаться на предварительно покрытой им поверхности песка или мрамора при воздействии воды.

Испытания проводят на мраморе или песке. Мрамор измельчают, отсеивают через металлические сита фракцию размером от 2 до 5 мм. Кусочки с полированной поверхностью отбрасывают. Образцы мрамора или песка промывают дистиллированной водой и сушат при 105-110 °C, песок в течение 2 часов, мрамор – 5 часов.

Перед испытанием образец битума обезвоживают осторожным нагреванием до 105°C при перемешивании стеклянной палочкой. Битум, обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния, процеживают через сито с сеткой № 07.

Для приготовления битумо-минеральной смеси в две фарфоровые чашки взвешивают по 30 г подготовленного мрамора или песка (с погрешностью не более 0,1 г) и по 1,2 г испытуемого битума с погрешностью не более 0,01 г. Чашки выдерживают в течение 20 мин в термостате при 130-140 °C. Затем чашки вынимают из термостата и перемешивают мрамор или песок с битумом металлической ложкой до покрытия всей поверхности минерального материала. Далее смесь выдерживают при комнатной температуре в течение 20 мин.

На металлическую сетку № 025 или 05 с проволочными дужками выкладывают из одной чашки примерно половину подготовленной битумо-минеральной смеси, распределяют ее равномерным слоем и опускают сетку в стакан с кипящей дистиллированной водой (высота слоя воды под сеткой и над смесью должна быть по 40-50 мм).

Аналогичную операцию производят с битумо-минеральной смесью из второй чашки. Сетки с испытуемыми образцами выдерживают в кипящей воде в течение 30 мин. Кипение не должно быть бурным.

Битум, отделившийся от смеси и всплывший на поверхность воды в процессе кипячения, снимают фильтровальной бумагой. Сетки с испытуемым битумом сразу по окончании кипячения переносят в стаканы с холодной водой, где выдерживают в течение 3-5 мин; после этого смеси переносят на фильтровальную бумагу.

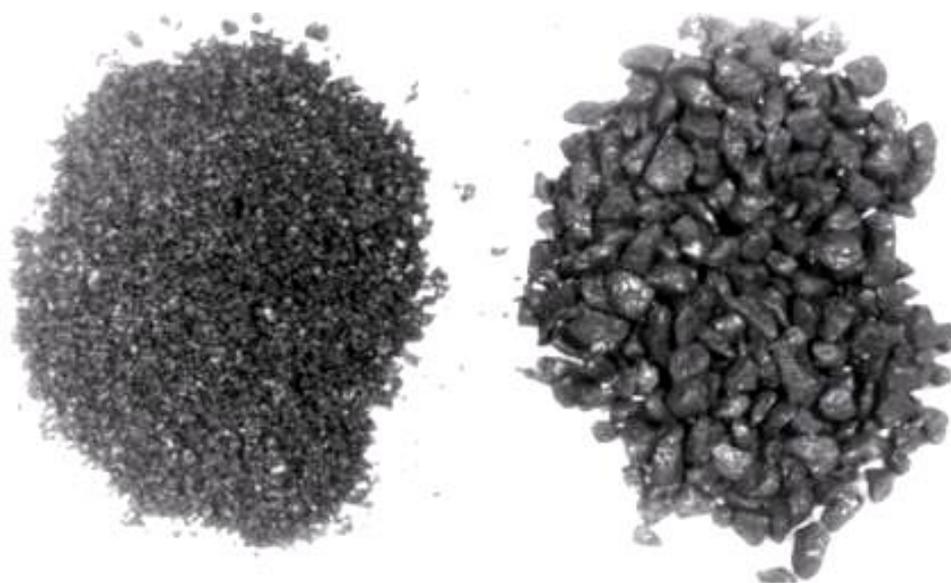
Для оценки сцепления битума с поверхностью минерального материала битумо-минеральную смесь сравнивают с фотографиями контрольных образцов. Битум считают выдержавшим испытание на «пассивное» сцепление с мрамором или песком, если после испытания сцепляемость с минеральным материалом не менее двух параллельных образцов не хуже изображения на рис. 7. соответствующего контрольного образца, номер которого (1, 2 или 3) указан в технических требованиях на дорожный битум. При оценке качества покрытия битумом пленка должна быть от светло-коричневого до черного цвета; не допускаются белые пятна при сравнении с образцом № 1.

Определение «активного» сцепления битума с мрамором и песком изложено в п 2.6.

Контрольный образец № 1
(полное покрытие поверхности минерального материала).



Контрольный образец № 2
(не менее 3/4 покрытия поверхности минерального материала).



Контрольный образец № 3
(менее 3/4 покрытия поверхности минерального материала).

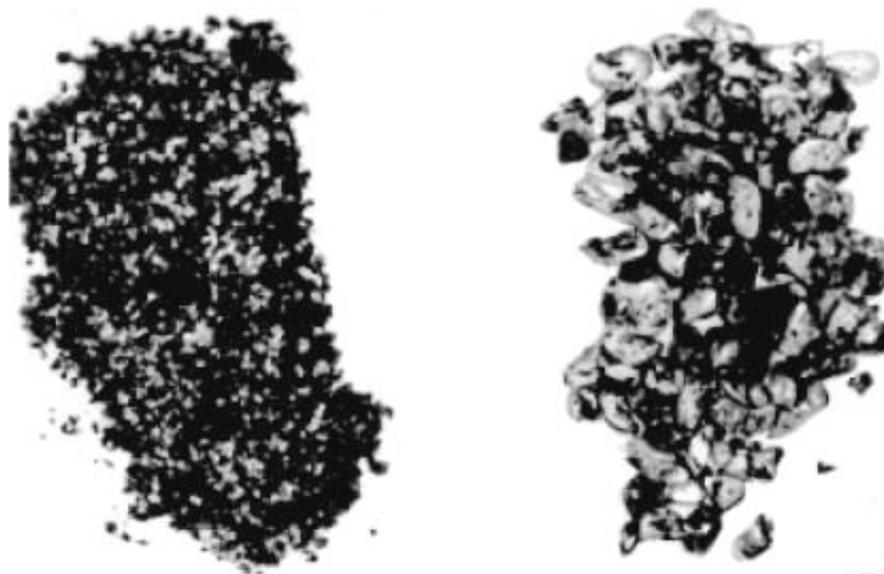


Рис. 7. Контрольные образцы битумоминеральных смесей:
слева – смеси битума с песком, справа – смеси битума с мрамором.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ЖИДКИХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

2.1. Общие сведения

Жидкие нефтяные битумы по составу близки к вязким, но отличаются от них меньшим количеством асфальтенов и смол и большим – масел. Они имеют невысокую вязкость при температурах 20-60 °С, что позволяет их использовать как вяжущий материал в холодном состоянии на месте производства работ или перевозить на значительные расстояния в составе асфальтобетонных смесей.

Жидкие битумы состоят из вязкого дорожного битума или тяжелого нефтяного остатка и низкокипящих фракций нефти, играющих роль разжижителя. С течением времени из пленки жидкого битума на поверхности частиц каменного материала испаряются низкокипящие фракции, а оставшаяся вязкая часть склеивает эти частицы в монолит.

В зависимости от скорости испарения разжижителя и формирования структуры жидкие битумы подразделяются на два класса:

- густеющие со средней скоростью, получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами (СГ) и предназначенные для строительства капитальных и облегченных дорожных покрытий, а также для устройства их оснований во всех дорожно-климатических зонах;
- медленногустеющие, получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами (МГ), предназначенные для получения холодного асфальтобетона, а также для строительства дорожных покрытий облегченного типа и оснований во II-IV дорожно-климатических зонах и других целей.

В зависимости от класса и вязкости устанавливаются следующие марки жидких битумов:

- СГ 40/70, СГ 70/130, СГ 130/200;
- МГ 40/70, МГ 70/130, МГ 130/200;
- МГО 40/70, МГО 70/130, МГО 130/200.

Таблица 3

Основные требования к качеству нефтяных дорожных жидких битумов

Наименование показателя	Норма для битума марки									
	СГ 40/70	СГ 70/130	СГ 130/200	МГ 40/70	МГ 70/130	МГ 130/200	МГО 40/70	МГО 70/130	МГО 130/200	МГО 130/200
Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60°С, с	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	40-70	71-130	131-200	131-200
Количество испарившегося разжижителя, %, не менее	10	8	7	8	7	5	-	-	-	-
Температура размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, °С, не ниже	37	39	39	28	29	30	-	-	-	-
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле °С, не ниже	45	50	60	100	110	110	120	160	180	180
Испытание на сцепление с мрамором или с песком	Выдерживает в соответствии с контрольным образцом № 2									

Область применения жидких дорожных битумов

Виды работ	Марка битума
Приготовление горячих асфальтобетонных смесей	СГ 130/200, МГ 130/200, МГО 130/200
Приготовление холодных асфальтобетонных смесей	СГ 70/130, МГ 70/130, МГО 70/130
Обработка гравийных и щебеночных смесей на полотне дороги	СГ 40/70, СГ 70/130, МГ 40/70, МГ 70/130, МГО 40/70, МГО 70/130
Для поверхностной обработки дорожных покрытий	СГ 70/130, СГ 130/200, МГ 70/130, МГ 130/200, МГО 70/130, МГО 130/200
Приготовление органоминеральных смесей, укрепление грунтов	СГ 40/70, СГ 70/130, МГ 40 /70, МГ 70/130,
Приготовление холодного черного щебня	МГ 70/130, МГ 130/200

2.2. Определение условной вязкости при 60 °С

Приборы и оборудование: прибор для определения условной вязкости ВУБ-1 или аналог, секундомер, сито с металлической сеткой №07, мерный цилиндр, соль поваренная или кальций хлористый технический.

Перед испытанием пробу битума, нагретого до подвижного состояния (жидкого битума не выше 60°С), при необходимости обезвоживают фильтрованием через слой высотой 15-20 мм крупнокристаллической свежeproкаленной поваренной соли или хлористого кальция. Битум, обезвоженный и нагретый до подвижного состояния, процеживают через сито с сеткой № 07 и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

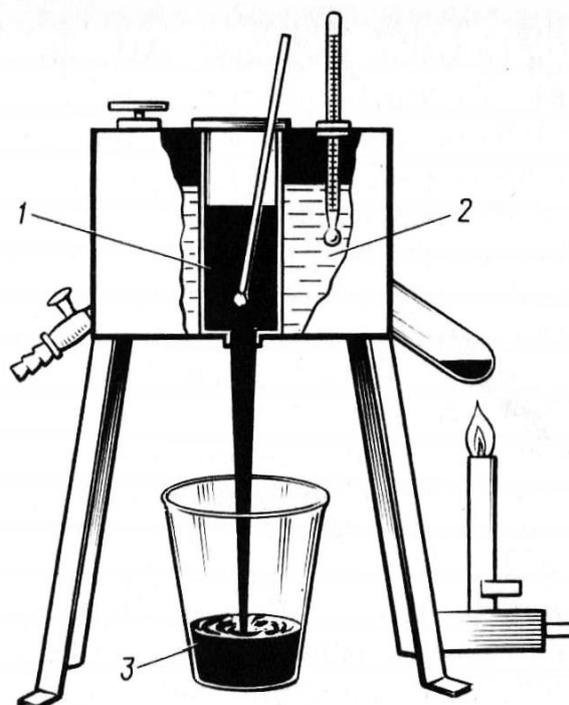


Рис. 8. Прибор для определения вязкости жидкого битума:
1 – цилиндр с битумом; 2 – водяная баня; 3 – мерная емкость.

Внутреннюю поверхность цилиндра прибора (рис.8.), а также затвор тщательно промывают бензином или другим растворителем и просушивают. Сточное отверстие рабочего цилиндра закрывают затвором и подставляют под него мерный цилиндр. Баню прибора наполняют водой, нагретой на 1-2 °С выше температуры испытания. Температуру воды в бане поддерживают нагреванием, перемешивают с помощью мешалки.

Для определения условной вязкости пробу битума охлаждают до комнатной температуры, выдерживают не менее часа, затем нагревают на 2-3 °С выше температуры испытания и наливают в рабочий цилиндр прибора при закрытом затворе до уровня отметки на затворе. Битумы наливают так, чтобы не образовывались пузырьки воздуха. Битум, залитый в цилиндр прибора, хорошо перемешивают термометром.

При достижении температуры испытания с погрешностью не более 0,5 °С из рабочего цилиндра вынимают термометр и быстро поднимают затвор. При сливе битум не должен разбрызгиваться по стенкам мерного цилиндра. В момент, когда уровень битума в мерном цилиндре достигнет отметки 25 см³, включают секундомер. Когда уровень битума достигнет отметки 75 см³, секундомер останавливают и вычисляют время испытания.

За условную вязкость, выраженную в секундах, принимают время истечения 50 см³ битума. За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух определений.

2.3. Определение количества испарившегося разжижителя

Приборы и оборудование: чашка; шкаф сушильный с терморегулятором, поддерживающим температуру с погрешностью до ±1°С или шкаф сушильный вакуумный (вакуум-термостат) с терморегулятором, поддерживающим температуру с погрешностью до ±1°С; электроплитка; термометр ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1°С; сито металлическое с сеткой № 07; эксикатор; весы лабораторные; соль поваренную пищевую или кальций хлористый технический.

Перед испытанием пробу битума, нагретого до подвижного состояния (жидкого битума не выше 60°С), при необходимости обезвоживают фильтрованием через слой высотой 15-20 мм крупнокристаллической свежeproкаленной поваренной соли или хлористого кальция. Битум, обезвоженный и нагретый до подвижного состояния процеживают через сито с сеткой № 07 и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

Тщательно вымытые чашки помещают не менее чем на 30 мин в сушильный шкаф при 105±1 °С, затем чашки охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Испытания проводят в двух чашках. В каждую чашку помещают массу битума, взвешенного с погрешностью не более 0,01 г, толщиной слоя 0,1 мм. Массу битума m , соответствующую толщине слоя 0,1 см битума в граммах, вычисляют по формуле:

$$m = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h \cdot \rho}{4} = \frac{3,14 \cdot d^2 \cdot 0,1 \cdot 1}{4},$$

где d – диаметр чашки, см; h – толщина слоя битума, см; ρ – плотность битума, г/см³ (условно принята равной 1 г/см³).

Чашки с битумом нагревают на электрической плитке, покрытой асбестовым листом, до температуры текучести (примерно до 40-60 °С), в течение 1-2 мин и при осторожном наклоне чашки битум распределяют равномерным слоем по ее дну.

Чашки с битумом устанавливают на горизонтальную решетку сушильного шкафа или вакуум-термостата, предварительно нагретого до температуры испытания. Температуру контролируют термометром, ртутный резервуар которого находится на высоте чашек. Так как при установлении чашек температура сушильного шкафа или вакуум термостата понижается, то время пребывания чашки с битумом в сушильном шкафу или вакуум-термостате отсчитывается от момента достижения заданной температуры. Время достижения этой температуры не должно превышать 15 мин.

Чашки с битумом выдерживают:

- в сушильном шкафу при температуре 100 ± 1 °С 3 часа для марок СГ и 5 часов для марок МГ;
- в вакуум-термостате (остаточное давление не более $4 \cdot 10^3$ Па (30 мм рт. ст.)) 2 часа для марок СГ и 3 часов для марок МГ.

По истечении времени выдерживания чашки с битумом вынимают из сушильного шкафа или вакуум-термостата, устанавливают в эксикатор и после охлаждения в течение 30 мин взвешивают с погрешностью не более 0,01 г.

Количество испарившегося разжижителя X в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m - m_1)}{m} \cdot 100\%,$$

где X – количество испарившегося разжижителя, %; m - масса жидкого битума до испытания, г; m_1 - масса жидкого битума после испытания, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Допускаемые расхождения между двумя определениями не должны превышать 1,5 %.

2.4. Определение температуры размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя

Температуру размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя определяют точно так же, как и температуру размягчения вязких дорожных битумов (см. п.1.3).

2.5. Определение температуры вспышки

Температуру вспышки жидкого битума определяют точно так же, как и температуру вспышки вязкого битума (см. п.1.6).

2.6. Испытание на «активное» сцепление жидкого битума с мрамором или песком.

Сущность метода заключается в определении способности жидкого битума сцепляться с поверхностью песка или мрамора в присутствии воды (метод «активного сцепления»). Мрамор измельчают, отсеивают через сита фракцию размером от 2 до 5 мм, кусочки с полированной поверхностью отбрасывают.

Приборы и оборудование: металлические сита с отверстиями размером 2x2 и 5x5 мм, металлическая ложка, пробирки стеклянные диаметром 32 мм с притертыми пробками, подставка для пробирок, стакан, баня водяная диаметром не менее 110 мм и высотой не менее 160 мм, чехол из кошмы или другого теплоизоляционного материала, весы лабораторные, термометр (до 150 °С), мрамор белый (содержание CaCO_3 не менее 98%, MgCO_3 не более 1,5%), песок (SiO_2 не менее 98%, размер зерен 0,5-0,8 мм), дистиллированная вода, фильтровальная бумага.

Образцы мрамора или песка промывают дистиллированной водой и сушат при 105-110 °С, песок в течение 2 ч, мрамор - 5 ч. Образец битума обезвоживают осторожным нагреванием до 105 °С при перемешивании стеклянной палочкой. Битум, обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния, процеживают через сито с сеткой № 07.

Для приготовления битумоминеральной смеси в три стеклянные пробирки взвешивают по 8 г мрамора или песка с погрешностью не более 0,1 г; наливают по 10 см³ дистиллированной воды и на ее поверхность добавляют по 0,32 г испытуемого битума, взвешенного с погрешностью не более 0,01 г. Каждую пробирку закрывают стеклянной пробкой, помещают на подставке в водяную баню, накрывают стаканом для обогрева выступающей из воды части пробирки и выдерживают в течение 10 мин. Воды в бане должно быть столько, чтобы накрывающий пробирку стакан касался воды.

Для жидких битумов температуру в бане поддерживают 55-60 °С. По истечении 10 мин пробирку вынимают из бани, быстро помещают в предварительно нагретый чехол из кошмы и интенсивно (140-160 колебаний в 1 мин) встряхивают в направлении большей оси в течение 2 мин. После этого битумоминеральную смесь переносят на стеклянную пластинку.

Для оценки сцепления битума с поверхностью минерального материала битумоминеральную смесь сравнивают с фотографиями контрольных образцов (рис. 7, п. 1.9). Битум считают выдержавшим испытание на «активное сцепление» с мрамором или песком, если после испытания сцепляемость с минеральным материалом не менее двух параллельных образцов не хуже изображения соответствующего контрольного образца.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ БИТУМНЫХ ДОРОЖНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

3.1. Общие сведения

Битумная дорожная эмульсия представляет собой эмульсионную коллоидную систему, в которой дисперсной фазой является органический вяжущий материал – битум, а дисперсионной средой – вода. Чтобы обеспечить эмульсии устойчивость, в неё добавляют эмульгатор. Эмульгатор делает дорожную эмульсию устойчивой за счет того, что не дает каплям дисперсной фазы (битума) сливаться между собой. В качестве эмульгатора используют поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Дорожные эмульсии представляют собой однородную маловязкую жидкость темно-коричневого цвета. Их применяют при строительстве автомобильных дорог в качестве вяжущего материала.

По химической природе поверхностно-активного вещества (ПАВ), применяемого в качестве эмульгатора, битумные и битумно-полимерные эмульсии подразделяются на виды: анионные (ЭБА, ЭБПА) и катионные (ЭБК, ЭБПК). Анионные ПАВ придают поверхности капель вяжущего отрицательный заряд, а катионные – положительный. Одинаково заряженные капли вяжущего отталкиваются друг от друга, не слипаются, поэтому эмульсия остается устойчивой.

Анионными ПАВ являются мыла высокомолекулярных органических кислот, а также едкий натр, жидкое стекло, триполифосфат натрия. Катионными ПАВ являются органические азотсодержащие соединения: четвертичные соли аммониевых соединений. Соли жирных аминов и полиаминов.

Устойчивость эмульсии зависит не только от качества эмульгатора, но и от его количества. При несоблюдении оптимального количества может произойти преждевременный распад эмульсии. Так как при строительстве автомобильных дорог

дорожную эмульсию перемешивают с каменным материалом, то выбор ПАВ зависит также от его типа. Анионные эмульсии активно взаимодействуют с основным каменным материалом, например, известняком, образуя на его поверхности водоустойчивую пленку. С материалами из кислых пород, например, гранитом, лучше применять катионные дорожные эмульсии. При этом образуются прочные устойчивые связи электростатического характера. Желательно также, чтобы между ПАВ и минералами каменного материала произошла химическая реакция, что значительно увеличит сцепление между пленкой вяжущего и поверхностью каменного материала.

По устойчивости при перемешивании с минеральными материалами эмульсии подразделяются на классы:

- быстрораспадающиеся (анионные: ЭБА-1, ЭБПА-1; катионные – ЭБК-1, ЭБПК-1);
- среднераспадающиеся (анионные: ЭБА-2, ЭБПА-2; катионные – ЭБК-2, ЭБПК-2);
- медленнораспадающиеся (анионные: ЭБА-3, ЭБПА-3; катионные – ЭБК-3, ЭБПК-3).

Таблица 5

Область применения дорожных эмульсий

Класс эмульсии	Вид работы
ЭБА-1, ЭБПА-1	Уход за свежесделанным цементобетоном и цементогрунтом. Подгрунтовка. Укрепление откосов земляного полотна. Устройство слоев поверхностной обработки.
ЭБА-2, ЭБПА-2	Уход за свежесделанным цементобетоном и цементогрунтом. Приготовление черного щебня и щебеночных пористых смесей из карбонатных пород. Устройство слоев дорожных одежд способом пропитки.
ЭБА-3, ЭБПА-3	Приготовление эмульсионно-минеральных смесей плотного состава, в том числе грунтовых, с обязательным введением в смесь 1-2 % извести или 2-3 % цемента. Закрепление подвижных песков. Обеспыливание. Укрепление грунтов верхней части земляного полотна.
ЭБК-1, ЭБПК-1	Устройство слоев поверхностной обработки. Подгрунтовка.
ЭБК-2, ЭБПК-2	Устройство слоев дорожных одежд способом пропитки. Приготовление черного щебня и пористых щебеночных смесей. Устройство слоев поверхностной обработки. Подгрунтовка. Ямочный ремонт.
ЭБК-3, ЭБПК-3	Устройство тонкослойных шероховатых слоев износа. Приготовление плотных эмульсионно-минеральных смесей, в том числе грунтовых.

Таблица 6

Требования к анионным эмульсиям

Наименование показателя	Значение для эмульсии класса					
	ЭБА-1	ЭБА-2	ЭБА-3	ЭБПА-1	ЭБПА-2	ЭБПА-3
Устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов:						
пористого зернового состава	Не смешивается	Смешивается	Смешивается	Не смешивается	Смешивается	Смешивается
плотного зернового состава	То же	Не смешивается	»	То же	Не смешивается	»

Содержание вяжущего с эмульгатором, % по массе	От 40 до 55	От 50 до 55	От 50 до 55	От 50 до 65	От 55 до 60	От 55 до 60
Условная вязкость при 20 °С, с	От 8 до 15	От 10 до 15	От 10 до 15	От 10 до 40	От 15 до 25	От 15 до 25
Сцепление с минеральными материалами, балл, не менее	4	4	3	4	4	3
Остаток на сите с сеткой №016, % по массе, не более	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Устойчивость при хранении (остаток на сите с сеткой № 016), % по массе, не более:						
Через 7 сут.	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
Через 30 сут.	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2
Устойчивость при транспортировании	Эмульсии не должны распадаться на воду и вяжущее					
Физико-механические свойства остатка после испарения воды из эмульсии: глубина проникания иглы 0,1 мм, не менее:						
при 25 °С	60	90	90	60	90	90
при 0 °С	20	28	28	32	40	40
температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	47	43	43	54	51	51
растяжимость, см, не менее:						
при 25 °С	55	65	65	25	30	30
при 0 °С	3,5	4	4	11	15	15
эластичность при 25 °С, %, не менее	Не нормируется			40	40	40

Таблица 7

Требования к катионным эмульсиям (ГОСТ Р 52128-2003)

Наименование показателя	Значение для эмульсии класса					
	ЭБА-1	ЭБА-2	ЭБА-3	ЭБПА-1	ЭБПА-2	ЭБПА-3
Устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов:						
пористого зернового состава	Не смешивается	Смешивается	Смешивается	Не смешивается	Смешивается	Смешивается
плотного зернового состава	То же	Не смешивается	»	То же	Не смешивается	»
Содержание вяжущего с	От 50 до 70	От 50 до 60	От 55 до 60	От 55 до 70	От 55 до 65	От 55 до 60

эмульгатором, % по массе						
Условная вязкость при 20 °С, с	От 10 до 65	От 10 до 25	От 15 до 25	От 15 до 65	От 15 до 40	От 15 до 25
Сцепление с минеральными материалами, балл, не менее	5	5	4	5	5	4
Остаток на сите с сеткой №016, % по массе, не более	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3
Устойчивость при хранении (остаток на сите с сеткой № 016), % по массе, не более:						
Через 7 сут.	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
Через 30 сут.	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8
Устойчивость при транспортировании	Эмульсии не должны распадаться на воду и вяжущее					
Физико-механические свойства остатка после испарения воды из эмульсии: глубина проникания иглы 0,1 мм, не менее:						
при 25 °С	60	90	90	60	90	90
при 0 °С	20	28	28	32	40	40
температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	47	43	43	54	51	51
растяжимость, см, не менее:						
при 25 °С	55	65	65	25	30	30
при 0 °С	3,5	4	4	11	15	15
эластичность при 25 °С, %, не менее	Не нормируется			80	85	85

3.2. Определение содержания вяжущего с эмульгатором для катионных битумных эмульсий

Приборы и оборудование: весы лабораторные, чашка металлическая цилиндрическая с плоским дном, внутренним диаметром 128 мм, высотой 15,0 мм и толщиной стенок 1,5 мм, термометр ртутный с диапазоном измеряемых температур от 100 °С до 200 °С, вентилируемый сушильный шкаф, позволяющий поддерживать температуру 163 °С, эксикатор.

Взвешивают чашку, M_1 , с точностью до 0,01 г. В металлическую чашку наливают (15 ± 1) г битумной эмульсии, M_2 , с точностью до 0,01 г. Эмульсию распределяют по всей площади дна чашки. Чашку помещают в заранее нагретый до температуры (163 ± 2) °С сушильный шкаф на (90 ± 10) мин. Если используется несколько чашек, они располагаются таким образом, чтобы не создавать препятствий потокам воздуха внутри сушильного шкафа. В конце установленного периода образец вынимают и охлаждают в эксикаторе до температуры (23 ± 3) °С. Чашки взвешивают на весах, определяя массу чашки с испытуемым образцом, M_3 , с точностью до 0,01 г.

Содержание вяжущего с эмульгатором в эмульсии Бэ, рассчитывают по формуле:

$$B_{э} = \frac{M_3 - M_1}{M_2} \cdot 100,$$

где M_1 - масса чашки, г; M_2 - масса эмульсии, г; M_3 - масса чашки с эмульсией после выпаривания, г.

Содержание вяжущего с эмульгатором определяется как среднее арифметическое результатов не менее двух измерений. Результат округляют до 0,1 %.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов не менее двух параллельных измерений.

3.3. Определение устойчивости эмульсии при перемешивании с минеральными материалами

Приборы и оборудование: весы лабораторные, секундомер, сушильный шкаф, стеклянный мерный цилиндр, чашки фарфоровые диаметром 10-15 мм, фарфоровый шпатель или лопатка, гранитный щебень фракции 5-10 мм, средний или крупный песок, минеральный порошок.

Сущность метода заключается в определении класса эмульсии по способности эмульсии образовывать равномерную, однородную по цвету смесь при смешивании ее с минеральными материалами плотного и пористого зерновых составов.

Щебень массой 500 г и песок массой 300 г промывают и высушивают при температуре (105 ± 5) °С до постоянной массы, после чего охлаждают при комнатной температуре. Постоянной считают массу щебня (песка), если разность между результатами двух последовательных взвешиваний составляет не более 0,1 % массы.

Для определения смешиваемости эмульсии с минеральными материалами плотного зернового состава готовят смесь из 65 г щебня, 50 г песка и 8 г минерального порошка. Смесь увлажняют 4 мл воды и тщательно перемешивают. Продолжая перемешивание, в смесь вливают 14 мл эмульсии. Через 45 с от начала внесения эмульсии перемешивание прекращают и проводят визуальную оценку полученной смеси. Если смесь однородная и зерна минеральных материалов равномерно покрыты сплошной пленкой эмульсии, то эмульсию считают медленнораспадающейся и относят к третьему классу. Если эмульсия при перемешивании распалась и образовала сгустки битума, оставив зерна минеральных материалов полностью или частично необработанными, то считают, что эмульсия не смешивается со смесью минеральных материалов плотного зернового состава и в этом случае ее испытывают на смешиваемость со смесью минеральных материалов пористого зернового состава. Для этого готовят смесь из 80 г щебня и 45 г песка, которую увлажняют 3 мл воды и перемешивают. Продолжая перемешивание, добавляют 11 мл эмульсии. Через 45 с от начала внесения эмульсии в смесь перемешивание прекращают и проводят визуальную оценку смеси. Если эмульсия распределилась на зернах минеральных материалов пористого зернового состава равномерно (сплошной пленкой покрыла зерна материала), то эмульсию считают среднераспадающейся и относят ее ко второму классу. Если эмульсия не смешивается со смесями минеральных материалов плотного и пористого зерновых составов, ее считают быстрораспадающейся и относят к первому классу.

3.4. Определение остатка на сите

Приборы и оборудование: лабораторные весы, сушильный шкаф, сито с сеткой № 014, чашка фарфоровая 250 мл, стеклянная палочка, стеклянный стакан 250 мл, соляная кислота (1%-ный раствор), едкий натр (1%-ный раствор), дистиллированная вода, бензин. Сущность метода заключается в определении массы оставшегося на сите с сеткой № 014 вязущего после процеживания эмульсии через сито.

Предварительно тщательно промытое бензином и высушенное сито помещают в фарфоровую чашку и взвешивают, затем сито вынимают из чашки и обильно смачивают 1 %-ным раствором едкого натра (для анионных эмульсий) или соляной кислоты (для катионных эмульсий). В стеклянный стакан отвешивают 100 г предварительно перемешанной эмульсии.

Навеску эмульсии равномерно процеживают через сито, при этом слегка встряхивая и постукивая по верхнему ребру сита стеклянной палочкой, не допуская разбрызгивания эмульсии. При процеживании катионной эмульсии одновременно с эмульсией вливают раствор кислоты, при процеживании анионной - раствор щелочи. Освобожденный от эмульсии стакан и стеклянную палочку промывают раствором щелочи или кислоты, сливая его на сито.

Остаток на сите также промывают, пропуская через сито раствор щелочи или кислоты до получения прозрачных промывных вод, не содержащих следов эмульсии. После этого сито ставят в фарфоровую чашку, с которой его предварительно взвешивали, сушат до постоянной массы при температуре (105 ± 5) °С, охлаждают до комнатной температуры и взвешивают вместе с чашкой. Остаток на сите M , % по массе, вычисляют по формуле

$$M = \frac{g_2 - g_1}{g_3} \cdot 100,$$

где g_1 - масса сита и чашки, г; g_2 - масса сита с остатком и чашкой, г; g_3 - масса эмульсии, г.

Остаток на сите вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

3.5. Определение условной вязкости

Приборы и оборудование: Аппарат для определения условной вязкости нефтяных битумов ВУБ-1 или аналогичного типа, секундомер, мерный цилиндр вместимостью 100 мл, бензин.

Сущность метода заключается в определении времени истечения 50 мл эмульсии из вискозиметра через сточное отверстие диаметром 3 мм.

Внутреннюю поверхность цилиндра аппарата и затвора тщательно промывают бензином и просушивают при комнатной температуре. Аппарат устанавливают горизонтально с помощью установочных винтов. Сточное отверстие рабочего цилиндра закрывают затвором и подставляют под него мерный цилиндр. Баню аппарата наполняют водой с температурой $(20,0 \pm 0,5)$ °С. Эмульсию с температурой $(20 \pm 0,5)$ °С наливают в рабочий цилиндр аппарата при закрытом затворе до уровня отметки на затворе. Залитую в цилиндр аппарата эмульсию хорошо перемешивают термометром, измеряют температуру, вынимают термометр и быстро поднимают затвор. При сливе эмульсия не должна разбрызгиваться по стенкам мерного цилиндра. В момент, когда уровень эмульсии достигнет в измерительном цилиндре метки 25 мл, включают секундомер. Когда уровень эмульсии достигнет метки 75 мл, секундомер останавливают и вычисляют время истечения эмульсии.

За условную вязкость принимают время истечения в секундах 50 мл эмульсии. За результат испытания принимают среднearифметическое значение результатов двух определений, округленное до целого числа.

3.6. Определение устойчивости при хранении

Приборы и оборудование: лабораторные весы, сушильный шкаф, сито с сеткой № 014, чашка фарфоровая 250 мл, стеклянная палочка, стеклянный стакан 250 мл, стеклянные цилиндры вместимостью 250 мл с плотно закрывающимися крышками – 4 шт.; соляная кислота (1%-ный раствор), едкий натр (1%-ный раствор), дистиллированная вода, бензин.

Сущность метода заключается в определении остатка на сите с сеткой № 014 после процеживания через него эмульсии, хранившейся при комнатной температуре в течение 7 и 30 суток.

В каждый из четырех цилиндров отвешивают по 200 г эмульсии. Цилиндры плотно закрывают и оставляют на хранение в спокойном состоянии при комнатной температуре. По истечении 7 суток проводят испытание эмульсии из первых двух цилиндров. Перед процеживанием эмульсию в цилиндре перемешивают стеклянной палочкой. Эмульсию из двух оставшихся цилиндров испытывают по истечении 30 суток хранения. Методика проведения испытаний и обработка результатов описана в п. 3.4. настоящих указаний.

3.7. Определение сцепления эмульсии 1-го и 2-го классов с поверхностью щебня

Приборы и материалы: стаканы химические термостойкие 500 мл, электроплитка, асбестовая сетка, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, гранитный щебень фракции 20-40 мм, щебень из карбонатных пород фракции 20-40 мм, штатив, сушильный шкаф, секундомер.

Сущность метода заключается в оценке степени сохранности пленки вяжущего на зёрнах щебня после кипячения в дистиллированной воде.

Навеску щебня из гранита при испытании катионных эмульсий или из карбонатных пород при испытании анионных эмульсий массой 1 кг каждая промывают и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 ± 5 °С. Затем щебень равномерно распределяют на листе бумаги, линейкой делят пробу на четыре квадрата, из каждого квадрата берут для испытания по одному зерну щебня. Зерна обвязывают ниткой или мягкой проволокой, погружают на 1 - 2 с в стакан с дистиллированной водой, вынимают из воды, стряхивают капли и сразу окунают 2 - 3 раза в испытываемую эмульсию, затем подвешивают на штативе так, чтобы зерна щебня не касались друг друга.

Зерна щебня испытывают через сутки. На закрытой электроплитке нагревают до 100 °С стакан с дистиллированной водой (не допуская бурного кипения), каждое из подвешенных на штативе зерен щебня поочередно погружают в кипящую воду на 30 мин. По истечении указанного времени фильтровальной бумагой снимают с поверхности воды всплывшее вяжущее, вынимают зерна щебня, погружают на 1 - 2 с в холодную воду, вынимают из воды и помещают на фильтровальную бумагу. Поверхность зерен щебня осматривают и проводят оценку качества сцепления эмульсии со щебнем по степени сохранности пленки вяжущего в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Оценка степени сцепления эмульсии с поверхностью щебнем

Характеристика пленки вяжущего	Оценка сцепления, баллы
Пленка вяжущего полностью сохраняется на поверхности зерен	5
Пленка вяжущего частично отделилась с острых углов и ребер зерен	4
Пленка вяжущего свыше 50 % сохраняется на поверхности зерен	3

Характеристика пленки вяжущего	Оценка сцепления, баллы
Пленка вяжущего менее 50 % сохраняется на поверхности зерен	2

За результат испытаний принимают среднеарифметическое значение результатов четырех определений, округленное до целого числа.

3.8. Определение сцепления эмульсии 3-го класса с минеральной частью смеси

Приборы и оборудование: весы лабораторные, стаканы химические термостойкие 500 см³, сетки металлические с размером отверстий 0,16 мм с проволочными дужками (диаметр сетки должен быть на 5-10 мм меньше диаметра химического стана), электроплитка или баня песчаная, асбестовая сетка, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, секундомер.

Сущность метода заключается в оценке степени сохранности пленки вяжущего на поверхности минеральных материалов после кипячения в дистиллированной воде.

Готовят смесь эмульсии со смесью минеральных материалов плотного зернового состава в соответствии с п. 3.3. настоящих указаний. Приготовленную смесь раскладывают на фильтровальной бумаге и оставляют при комнатной температуре. На следующий день от смеси берут две навески по 50 г каждая. Одну навеску помещают на сетку, вторую оставляют для последующего сравнения со смесью, прошедшей испытание. Химический стакан заполняют примерно на 2/3 объема дистиллированной водой, устанавливают на электрическую плитку или песчаную баню и доводят до кипения. Сетку с навеской смеси опускают в стакан с кипящей водой таким образом, чтобы уровень воды над смесью был не менее 30-40 мм, и укрепляют проволочными дужками за край стакана. Сетку с испытуемым образцом выдерживают в кипящей воде 30 мин. Кипение не должно быть бурным. Вяжущее, отделившееся от поверхности минеральных зерен в процессе кипения и всплывшее на поверхность, удаляют фильтровальной бумагой.

По истечении указанного времени сетку со смесью извлекают из стакана и переносят в стакан с холодной водой для охлаждения, после чего смесь переносят на фильтровальную бумагу. Смесь осматривают и, сравнивая со смесью, не прошедшей испытание, проводят оценку качества сцепления эмульсии с минеральными материалами в соответствии с таблицей 8 настоящих указаний. За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов двух определений, округленное до целого числа.

3.9. Определение физико-механических свойств остатка после испарения воды из эмульсии

Приборы и оборудование: пенетрометр, аппарат для определения температуры размягчения битума по методу "кольцо и шар", дуктилометр, чашка выпарительная вместимостью 1000 мл, палочка стеклянная, электроплитка.

Сущность метода заключается в определении физико-механических свойств остатка, полученного после испарения воды из эмульсии.

Эмульсию наливают в выпарительную чашку в количестве не менее 500 мл, ставят на электрическую плитку и выпаривают из нее воду, не допуская интенсивного кипения, периодически помешивая стеклянной палочкой. Выпаривание заканчивают, когда прекратится выделение пузырьков пара и поверхность остатка станет зеркальной.

В полученном остатке определяют:

- глубину проникания иглы в остаток в соответствии с п.1.2.;
- температуру размягчения по кольцу и шару остатка в соответствии с п.1.3.;
- растяжимость остатка в соответствии с п.1.4.

Эластичность остатка, при 25 °С проводят после определения растяжимости остатка. Формы с разорвавшимися образцами снимают со штифтов и укладывают на дно ванны дуктилометра или другой емкости с водой. С целью ускорения сокращения образцов температуру воды доводят до (35 ± 0,5) °С. Затем проводят замеры обеих частей образца с точностью до 1,0 мм от свободного конца образца до зажима формы. Измерения проводят до момента изменения длины не более чем на 0,1 см за 15 мин.

Показатель эластичности Э, %, вычисляют по формуле:

$$\text{Э} = \frac{(D + L_o) - L}{D} \cdot 100,$$

где D – растяжимость, см; L_o – длина образца до его растяжения, равная 3 см; L – сумма длин двух частей образца после их восстановления (по последнему замеру), см.

За эластичность принимают среднеарифметическое значение результатов трех параллельных определений, округленное до целого числа. Допустимое расхождение между результатом каждого определения и среднеарифметическим значением не должно превышать 10 % среднеарифметического результата.

3.10. Определение устойчивости при транспортировании

Приборы и оборудование: аппарат для встряхивания жидкостей в сосудах, выполняющий 130±5 движений в минуту (в том числе 65 движений вперед, 65 движений обратно) с амплитудой 8 мм, колбы стеклянные плоскодонные 250 мл, 2 шт.

Сущность метода заключается в оценке способности эмульсии не распадаться на воду и вязущее после испытания ее встряхиванием в специальном приборе в течение 2 часов.

Эмульсию тщательно перемешивают и наливают по 200 мл в чистые сухие колбы, плотно закрывают их пробками и устанавливают на площадку аппарата, закрепляя зажимами. Испытание эмульсии производят в течение 2 часов. По истечении времени испытания аппарат выключают, колбы снимают и, когда образовавшаяся пена спадет, производят визуальную оценку состояния эмульсии. Эмульсию считают выдержавшей испытание, если не произошло необратимого распада эмульсии на воду и вязущее, что характеризуется появлением четко выраженной границы между вязущим и водой в колбе.