

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра строительных материалов

**ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА. БИТУМЫ**

**Методические указания к лабораторным работам**

КАЗАНЬ

2008

УДК 691.167

ББК 38.3

С50

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета.

С50 Органические вяжущие вещества. Битумы: Методические указания к лабораторным работам / Сост. Д.С. Смирнов. – Казань: КГАСУ 2008. -21 с.

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой и с учетом всех изменений, введенных в ГОСТы до 01.01.2007 г.

УДК 691.167

ББК 38.3

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет , 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальностей 2911 «Мосты и транспортные тоннели», 2910 «Автомобильные дороги» и 2904 «Эксплуатация дорог и организация движения». В них даны общие сведения по теме «Органические вяжущие вещества. Битумы», приведены технические требования к дорожным битумам, подробно рассмотрены стандартные методы испытаний дорожных битумов.

Изучение данного цикла лабораторных работ позволит приобрести навыки испытания дорожных битумов, ориентироваться в их свойствах, а значит, технически грамотно подходить к их применению в строительстве.

Лабораторные занятия по теме «Органические вяжущие вещества. Битумы» рассчитаны на 4 часа учебного времени со следующей возможной разбивкой по занятиям:

1. Испытание вязких дорожных битумов.
2. Испытание жидких дорожных битумов.

Занятия проводятся по подгруппам.

Цель работы: Изучить технические требования, свойства и методы определения свойств дорожных битумов.

## **1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ**

Битумами называются природные или искусственные материалы, состоящие из смеси высокомолекулярных углеводородов различного строения и их соединений с серой, азотом и кислородом.

Особо широкое применение битумы нашли в дорожном строительстве для приготовления асфальтобетонных смесей, получения дорожных эмульсий, асфальтовых растворов, гидроизоляции и укрепления грунтов.

В дорожном строительстве применяются вязкие и жидкие битумы искусственного происхождения, получаемые в результате промышленной переработки нефти.

Глубокие знания строения и свойств битумов, методов оценки этих свойств необходимы для повышения качества работ в дорожном строительстве с учетом эксплуатационных и климатических воздействий на дорожные конструкции, в состав которых входят битумные вяжущие материалы.

## **2. ВЯЗКИЕ БИТУМЫ**

### **2.1. Общие сведения**

Вязкие дорожные битумы изготавливают из окисленных и неокисленных продуктов прямой перегонки нефти и компаундирования окисленных и неокисленных продуктов, получаемых при прямой перегонке нефти и селективном разделении нефтепродуктов.

Вязкие дорожные нефтяные битумы в зависимости от глубины проникания иглы изготавливают следующих марок: 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.

Физико-механические показатели битумов должны соответствовать требованиям ГОСТ 22245-90 и представлены в табл.1.

Таблица 1

Наименование показателей	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, 0,1 мм: при 25°C при 0°C, не менее	201-300	131-200	91-130	61-90	41-60	201-300	131-200	91-130	61-90
	45	35	28	20	13	24	18	15	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°C при 0°C, не менее	-	70	65	55	45	-	80	80	70
	20	6	4	3,5	-	-	-	-	-
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			

Кроме того, изготовитель битума обязан обеспечить гарантированное сцепление битумов марок БНД с эталонным мрамором по образцу № 1 по ГОСТ 11508 методом А.

## 2.2. Определение свойств вязких битумов

### 2.2.1. Определение глубины проникания иглы

Сущность метода заключается в измерении глубины, на которую погружается игла пенетromетра в испытуемый образец битума при заданных нагрузках, температуре и времени.

## ***Аппаратура и материалы***

Для испытания используются:

- пенетрометр с иглой 1 мм и дополнительными грузами массой 100 г и 200 г;
- чашка металлическая цилиндрическая с плоским дном, внутренним диаметром 55 мм и высотой 45 мм;
- баня водяная;
- термометр ртутный 0-360°С;
- кристаллизатор - стеклянный сосуд емкостью не менее 0,5 л;
- секундомер;
- сито с металлической сеткой № 07;
- соль поваренная.

## ***Проведение испытаний***

Испытания проводятся по ГОСТ 11501-78.

Глубину проникания мгли в битум определяют на пенетрометре при температурах 25°С и 0°С. В первом случае стержень прибора с иглой должен весить 100 г, во втором - 200 г. Время погружения иглы в битум принимают соответственно 5 с и 60 с.

Перед испытанием битум обезвоживают нагреванием до температуры на 80°-100°С выше температуры размягчения но не ниже 120° С и не выше 180°С.

Расплавленный и обезвоженный битум процеживают через металлическое сито с размером отверстий 0,7 мм и наливают в металлическую чашку: поверхность битума в чашке должна быть ниже верхнего края чашки не более чем на 5 мм. Масса в чаше перемешивается стеклянной палочкой для удаления пузырьков воздуха. Чашку с битумом охлаждают на воздухе при температуре 25°С, предохраняют образец от пыли.

Перед испытанием чашку с битумом помещают в баню с водой при температуре  $25+0,1^{\circ}\text{C}$ . Высота слоя воды над битумом должна быть не менее 100 мм, а расстояние между дном чашки и дном бани не ниже 50 мм.

Выдерживают образцы в воде при температуре  $25+0,1^{\circ}\text{C}$  60-75 минут. Затем чашку с битумом вынимают из водяной бани и помещают в плоский сосуд емкостью 1 л, наполненный водой с температурой  $25+0,1^{\circ}\text{C}$ . Уровень воды над поверхностью битума должен быть не менее 10 мм.

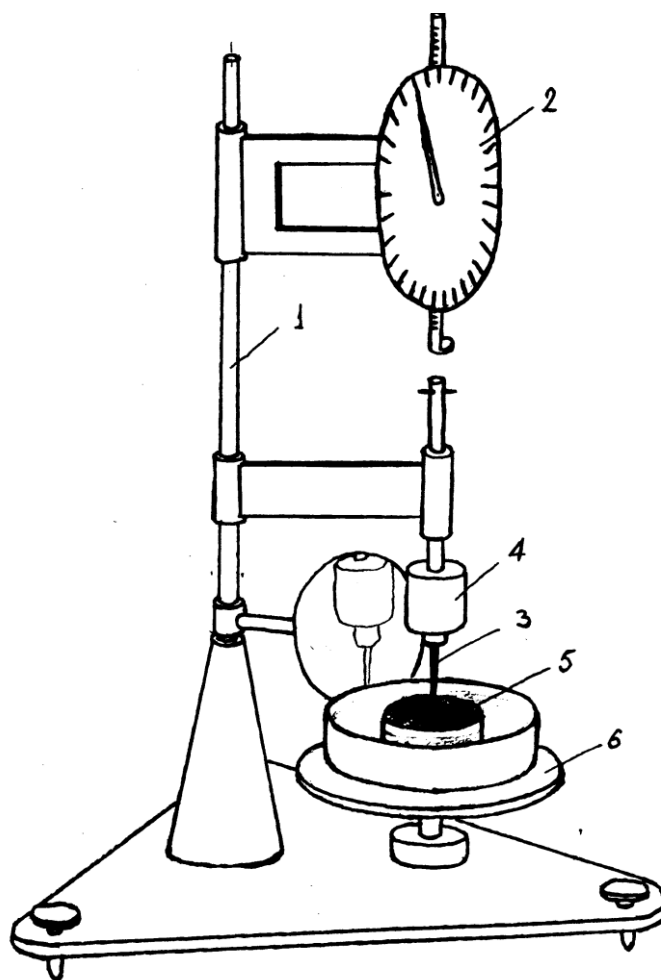


Рис. 1.

1 – штатив, 2 – шкала, 3 – игла, 4 – груз, 5 – образец, 6 – столик.

Сосуд устанавливают на столик пенетromетра (рис.1), иглу подводят к поверхности битума. Контактную рейку (кремальеру) доводят до поверхности стержня и устанавливают стрелку лимба на нуль или отмечают ее положение. Для испытания нажимают кнопку прибора и одновременно включают секундомер. Через 5 сек. кнопку освобождают, контактную рейку доводят до поверхности верхней части стержня с иглой и отмечают показания прибора. Один градус на лимбе соответствует  $10^{-1}$  мм.

Определения повторяют не менее трех раз в различных точках на по-

верхности битума, отстоящих друг от друга и от краев чашки не менее чем на 10 мм. Игла после каждого погружения промывается бензином или другим растворителем и вытирается насухо.

При определении глубины проникания при 0°C, образцы выдерживают в бане, заполненной водой со льдом при температуре 0+0,1°C в течение 60-80 мин. Перед испытанием чашку с битумом помещают в сосуд емкостью 1 л, наполненный водой со льдом. Допускается в данном случае использовать также 2-5% раствор поваренной соли. Время погружения иглы – 60 сек., масса стержня с иглой – 200 г (на стержень с иглой надевается дополнительный груз-шайба массой 100 г).

За глубину проникания иглы, выраженную в десятых долях миллиметра, принимают среднее арифметическое не менее 3-х параллельных определений.

### 2.2.2. Определение растяжимости битума

Сущность испытания заключается в определении максимальной длины, на которую может растянуться без разрыва образец битума, растягиваемый с постоянной скоростью при заданной температуре.

### ***Аппаратура и материалы***

Для испытания используются:

- дуктилометр со скоростью движения салазок 5 см/мин;
- форма латунная для битума «восьмерки»;
- термометр со шкалой 0-50°C;
- нож;
- тальк;
- глицерин;
- стеклянная пластина.



### *Проведение испытаний*

Испытания, проводят по ГОСТ 11505-75.

Битум, подготовленный по п. 2.2.1 расплавляют и наливают в форму выше краев. Внутренние стенки разъемных форм «восьмерок» и пластину, на которой они установлены, покрывают смесью талька и глицерина (1:3).

Залитый в форму битум охлаждают на воздухе 30-40 мин, а затем срезают излишек битума горячим ножом. Затем формы с пластинкой помещают в водяную ванну с температурой  $25+0,1^{\circ}\text{C}$  на 60 минут. Вода должна полностью покрывать образцы битума. По истечении одного часа формы с образцами помещают в дуктилометр, наполненный водой, такой же температуры (рис. 2).

Для битумов со знаком качества определяют также растяжимость при  $0^{\circ}\text{C}$ . Головки формы одевают на штифты, находящиеся на салазках и стойке прибора и снимают боковые стенки форм. Растяжение образцов осуществляют со скоростью 5 см в 1 мин до разрыва нити. По линейке определяют длину нити при разрыве (в см). Для каждого образца битума делают три определения и за окончательный результат принимают среднее значение трех определений. Отклонения каждого из определений от среднего значения величины растяжимости не должны превышать 10%.

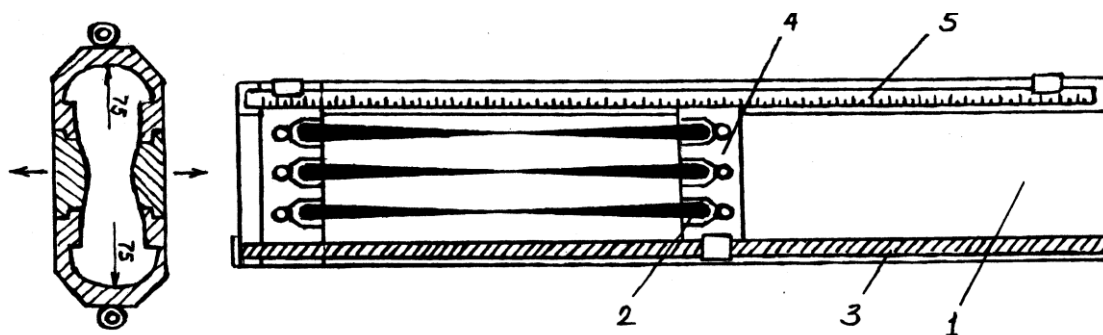


Рис. 2

1 – ящик с водой, 2 – образец, 3 – винт, 4 – салазки, 5 – линейка

### 2.2.3. Определение температуры размягчения

Сущность испытания заключается в определении температуры, при которой битум, находящийся в кольце заданных размеров, в условиях испытания размягчается и, перемещаясь по вертикали под действием стального шарика, установленного на поверхности битума, коснется контрольного диска.

#### ***Аппаратура и материалы***

Для определения температуры размягчения используют:

- прибор для определения температуры размягчения битума «Кольцо и Шар»;
- кольца латунные с внутренним диаметром 15,7 мм и высотой 6,35 мм;
- шарики стальные массой 3,8 г и диаметром 9,5 мм;
- стеклянная пластинка;
- баня;
- термометр ртутный со шкалой до 100° С;
- сито № 0,7;
- глицерин;
- тальк.

#### ***Проведение испытания***

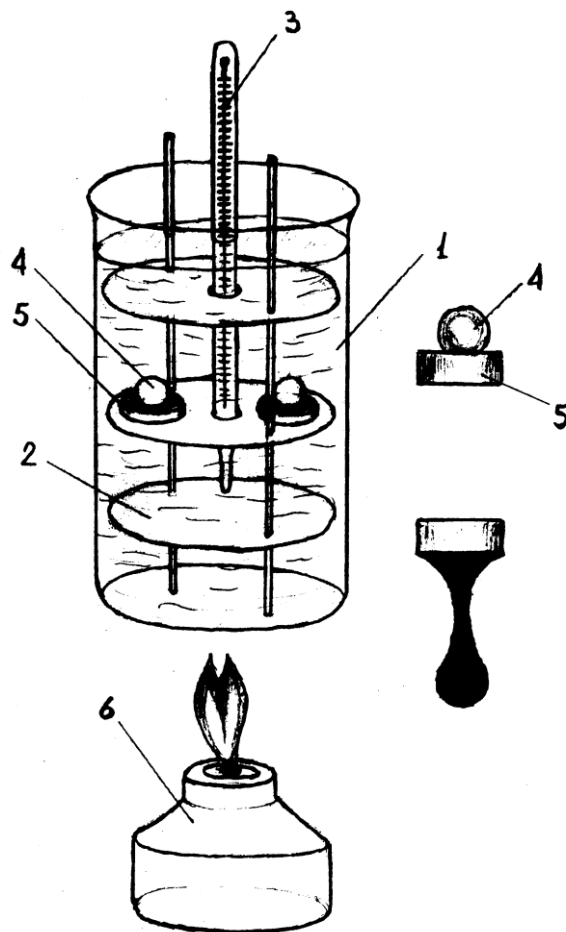
Испытание проводят по ГОСТ 11506-73.

Битум подготавливают в соответствии с п. 2.2.1. Подготовленный битум расплавляют и заливают в кольца, установленные на стеклянную пластину, смазанную смесью талька и глицерина (1:3). После охлаждения колец с битумом на воздухе в течение 20 мин при 25° С избыток битума срезают нагретым ножом. Кольца с битумом помещают в отверстия на средней полке или подвеске прибора (рис. 3).

В среднее отверстие верхней пластинки вставляют термометр таким об-

разом, чтобы нижняя точка ртутного шарика была на одном уровне с нижним краем колец.

Прибор вместе с кольцами и термометр помещают в баню с водой и устанавливают температуру  $5+0,5^{\circ}\text{C}$ . Выдерживают образцы при такой температуре 15 мин. Кольца с битумом должны быть покрыты водой не менее чем на 5 мм. Через 10 мин прибор с кольцами вынимают из воды, в каждое кольцо точно по центру укладывают металлический шарик и снова опускают в баню с водой. Баню с прибором устанавливают на электрическую плитку.



Нагревание производят со скоростью  $5+0,5^{\circ}\text{C}$  в минуту. Скорость повышения температуры проверяют через 3 минуты после начала нагревания. Отмечают температуру воды в момент прикосновения шарика к нижней пластине прибора. За температуру размягчения битума принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений.

Рис. 3.

1 – стеклянный сосуд с водой, 2 – «КиШ», 3 – термометр, 4 – шарик, 5 – кольцо, 6 – нагревательный элемент

#### 2.2.4. Определение сцепления битума с мрамором и песком

Сущность метода заключается в определении способности битума удерживаться на предварительно покрытой им поверхности песка или мрамора при воздействии воды (метод пассивного сцепления).

#### ***Аппаратура и материалы***

При испытании используют:

- сита металлические 2х2 и 5х5 мм;
- ложку металлическую и воду дистиллированную;
- бумагу фильтровальную;
- мрамор белый, чашки фарфоровые;
- стаканы лабораторные стеклянные 250 мл;
- сетку металлическую № 025.

#### ***Проведение испытания***

Испытание проводят по ГОСТ 11508-74 по методу «пассивного» сцепления (метод А).

Мрамор измельчают и отсеивают через металлические сетки фракции от 2 до 5 мм. Образцы мрамора промывают дистиллированной водой и сушат при 105-110°С в течение 5 часов. Если используют песок, то время сушки длится 2 часа. Для испытания берут мрамор с размерами зерен от 2 до 5 мм.

Для приготовления битумно-минеральной смеси в двух фарфоровых чашках взвешивают по 30 г мрамора или песка и 1,2 г испытуемого битума. Взвешивают битум с точностью 0,01 г, а минеральные материалы – 0,1 г. Чашки с содержимым нагревают в термостате при 130-140°С в течение 20 мин. После нагревания чашки вынимают из термостата, мрамор или песок перемешивают.

вают с битумом металлической ложечкой до полного покрытия поверхности минерального материала битумом и выдерживают при комнатной температуре 20 минут. Затем примерно половину битумно-минеральной смеси помещают на металлическую сетку № 025 или 05, распределяют равномерным слоем и опускают в стакан с кипящей дистиллированной водой (высота слоя воды под сеткой и над смесью должна быть 40-50 мм).

Аналогичную операцию производят с битумно-минеральной смесью из другой чашки. Сетки с испытуемыми образцами выдерживают в кипящей воде в течение 30 мин при испытании вязких битумов и 3 мин при испытании жидких битумов. Кипение воды не должно быть бурным. Отделившийся в процессе кипения битум снимают фильтровальной бумагой. По окончании кипячения сетки с испытуемым битумом переносят в стакан с холодной водой и выдерживают в течение 3-5 мин. Затем 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 его с минеральным материалом не хуже, чем на контрольном образце № 1. Следует проводить не менее двух испытаний.

При отсутствии контрольного образца битум считается выдержавшим испытание, если сохранился не менее чем на 3/4 частях мрамора.

### **3. ЖИДКИЕ БИТУМЫ**

#### **3.1. Общие сведения**

Жидкие нефтяные битумы в зависимости от скорости формирования структуры подразделяются на два класса:

1) Густеющие со средней скоростью (СГ), получаемые разжижением вязких дорожных битумов нефтепродуктами и предназначенные для строитель-

ва капитальных и облегченных дорожных покрытий и устройства оснований под дорожные покрытия во всех климатических зонах.

2) Медленногустеющие (МГ), получаемые разжижением вязких дорожных битумов жидкими нефтепродуктами, и из остаточных или частично окисленных нефтепродуктов или их смесей (МГО), предназначенные для получения холодного асфальтобетона, а также для строительства облегченных дорожных покрытий и оснований под них в II-V дорожно-климатических зонах.

Для получения разжиженных битумов используют вязкие дорожные битумы по ГОСТ 22245-90 с глубиной проникания иглы не более 90 (табл. 1 настоящих указаний).

ГОСТ 11955-82 устанавливает следующие марки жидких битумов в зависимости от класса и вязкости: 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.

Показатели свойств жидких битумов даны в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателей	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
Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 60°C, сек	41-70	71-130	131-200	41-70	71-130	131-200	41-70	71-130	131-200
Количество испарившегося разжижителя, %, не менее	10	8	7	8	7	5	-	-	-
Температура вспышки, °С, не ниже	45	50	60	100	110	110	120	160	180
Температура размягчения остатка после определения количества испарившегося разжижителя, °С, не ниже	37	39	39	28	29	30	-	-	-

Кроме того, изготовитель битума обязан обеспечить гарантированное сцепление жидких битумов марок с эталонным мрамором по образцу № 2 по ГОСТ 11508.

В жидкие битумы для обеспечения сцепления с минеральным материалом при необходимости вводят анионные или катионные поверхностно-активные вещества. Жидкие битумы, к которым добавлены катионоактивные вещества, испытывают на сцепление с песком; жидкие битумы с анионоактивными веществами – с мрамором.

### **3.2. Определение свойств жидких битумов**

#### **3.2.1. Определение условной вязкости**

Сущность испытания заключается в изменении времени, в течение которого определенное количество битума протекает через калиброванное отверстие вискозиметра при заданной температуре. Диаметр отверстия составляет 5мм + 1,1мм.

#### ***Аппаратура и материалы***

Для испытания используются:

- вискозиметр с подогревом воды;
- секундомер;
- посуда лабораторная;
- сито № 07;
- поваренная соль.

#### ***Проведение испытания***

Испытание проводится по ГОСТ 11503-74.

Перед испытанием образец битума обезвоживают. Для этого жидкие битумы нагревают до температуры 60° С и фильтруют через слой высотой 15-20 мм крупнокристаллической свежeproкаленной поваренной соли. Обезвоженный битум процеживают через металлическое сито с сеткой № 07 и тщательно

перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха.

Прибор для определения условной вязкости представлен на (рис. 4).

Сточное отверстие вискозиметра закрывают клапаном и под вискозиметр подставляют фарфоровую чашку. Баню вискозиметра наполняют водой с температурой на  $1-2^{\circ}\text{C}$  выше требуемой при испытании. Испытуемый битум, нагретый до температуры на  $8-3^{\circ}\text{C}$  выше требуемой, наливают в цилиндр вискозиметра. Жидкий битум хорошо перемешивают термометром. Когда термометр, погруженный в битум, покажет требуемую температуру ( $60+0,5^{\circ}\text{C}$ ), фарфоровую чашку убирают из-под сточного отверстия вискозиметра и на ее место подставляют чистый и сухой измерительный цилиндр (емкостью  $100\text{ см}^3$ ) так, чтобы при сливе битум не разбрызгивался по стенкам цилиндра.

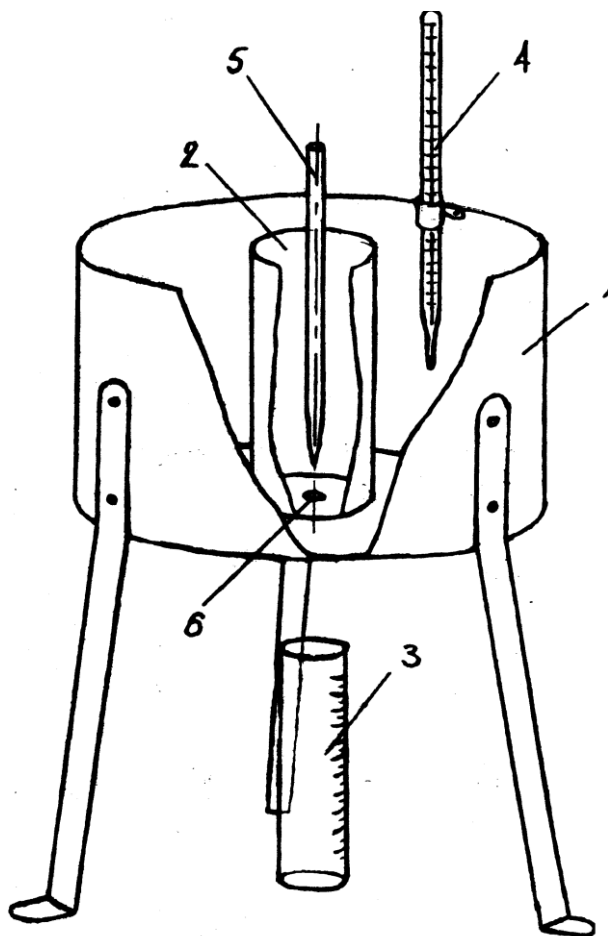


Рис. 4.

1 – корпус, 2 – внутренний стакан, 3 – мерный сосуд, 4 – термометр, 5 – клапан.

Убедившись, что все готово для определения, быстро приподнимают за стержень шариковый клапан. В момент, когда уровень испытуемого битума в цилиндре достигнет  $25\text{ см}^3$  включают секундомер. Когда уровень испытуемого битума в цилиндре достигнет  $75\text{ см}^3$ , секундомер останавливают и отсчитывают время. Время истечения  $50\text{ см}^3$  жидкого битума в секундах принимают за величину относительной вязкости испытуемого битума (форма записи вязкости:  $C_{60}^5 - 80\text{с}$ ).



### 3.2.2. Определение количества испарившегося разжижителя

#### ***Аппаратура и материалы***

Для испытания используют:

- чашки стеклянные лабораторные (Петри);
- шкаф сушильный;
- электроплитку;
- термометр ртутный;
- сито № 07;
- соль поваренную.

#### ***Проведение испытания***

Испытание проводят по ГОСТ 11504-73

Обезвоженный и нагретый до подвижного состояния битум процеживают через металлическое сито № 07 и тщательно перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха. Тщательно вымытые чашки помещают на 30 мин в сушильный шкаф при  $105 \pm 1^\circ\text{C}$ . Затем чашки охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Испытание проводят в двух чашках. В каждую чашку (предварительно обработанную, как указано выше) помещают навеску битума, взвешенную с точностью до 0,01 г, толщиной слоя 0,1 см. Величину навески ( $m$ ), в граммах, соответствующую толщине слоя 0,1 см битума, вычисляют по формуле:

$$m = \frac{\pi d^2 h \rho}{4}, \quad (1)$$

где:  $d$  – диаметр чашки, см;

$h$  – толщина слоя битума (0,1 см);

$\rho$  – плотность битума,  $\text{г/см}^3$  (условно принятая за 1).

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

Чашки с битумом устанавливают в предварительно нагретый до температуры испытания термостат. Температуру контролируют термометром, ртутный резервуар которого находится на высоте чашек. Отсчёт температуры ведут с момента достижения заданной температуры. Время достижения этой температуры не должно превышать 15 мин.

Чашки с битумом выдерживают в сушильном шкафу или вакуум-термостате при условиях, приведенных в табл. 3.

Таблица 3

Аппаратура	Класс битума	Время, час	Температура, °С
Сушильный шкаф	СГ	3	100±1
	МГ	5	110±1
Вакуум термостат (остаточное давление не более 30 мм рт.ст.)	СГ	2	100±1
	МГ	3	100±1

После окончания выпаривания чашки с битумом вынимают из сушильного шкафа или вакуум-термостата, устанавливают в эксикатор и после тридцатиминутного охлаждения взвешивают с точностью до 0,01 г.

### **Обработка результатов**

Количество испарившегося разжижителя (X) (в процентах) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m - m_1}{m} 100\% , \quad (2)$$

где:  $m$  - масса жидкого битума до испытания, г;

$m_1$  - масса жидкого битума после испытания, г.

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 1,5 %.

#### **4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

1. Битумы являются горючими веществами с температурой вспышки 200-300° С и минимальной температурой самовоспламенения 368° С для вязких битумов и 300° С – для жидких.
2. При работе с битумами запрещается использовать открытый огонь. Нагревание битума проводить под вытяжкой с приточной вентиляцией.
3. При загорании небольшого количества битума его следует тушить песком, кошмой, пеной.
4. При проведении лабораторных работ по испытанию вязких и жидких битумов необходимо руководствоваться кафедральными инструкциями.

#### **5. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ**

1. Что называется битумами?
2. Виды вязких битумов и способы их получения.
3. Как получают жидкие нефтяные битумы?
4. Какой состав и структура битумов?
5. Назовите основные группы углеводородов входящих в состав битумов.
6. Назовите марки вязких битумов.
7. Назовите марки жидких битумов.
8. Назовите основные свойства вязких битумов.
9. Назовите основные свойства жидких битумов.

## **6. ЛИТЕРАТУРА**

1. Грушко И.М. и др. Испытание дорожно-строительных материалов. Лабораторный практикум. М.: Транспорт, 1985.
2. Грушко И.М. и др. Дорожно-строительные материалы. М.: Транспорт, 1983 г.
3. Битумы нефтяные. Методы испытания. М.: Изд. стандартов, 1980.
4. ГОСТ 22245-90, ГОСТ 11955-82, ГОСТ 11501-78, 11503-74, 11504-73, 11505-75, 11506-73, 11508-74.