

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
по курсу «Дорожно-строительные
материалы и изделия»
для студентов специальности
***I-70 03 01* «Автомобильные дороги»**

Брест 2010

Методические указания составлены в соответствии с учебной программой курса «Дорожно-строительные материалы и изделия» для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» и действующими техническими нормативными правовыми актами на испытание дорожно-строительных материалов.

В методических указаниях приведены общие сведения о минеральном порошке для асфальтобетона и дорожных эмульсиях, описаны методы определения их основных качественных характеристик, указано применяемое лабораторное оборудование.

Методические указания могут быть использованы как студентами-заочниками, так и студентами дневного обучения для выполнения лабораторных работ и подготовки к экзамену.

Ил. 3, табл. 16.

Составители: Т.П. Шалобыта, доцент, канд. техн. наук
Г.В. Сырица, доцент, канд. техн. наук

ПРЕДИСЛОВИЕ

Инженеры дорожно-строительных специальностей должны иметь хорошую материаловедческую подготовку. Знание свойств материалов, позволит грамотно и качественно проектировать, строить и эксплуатировать сооружения дорожного строительства, обеспечить их долговечность и надежность.

Для достижения высокого уровня знаний учебной программой курса «Дорожно-строительные материалы и изделия» предусмотрено выполнение лабораторных работ, на которых студенты учатся работать с техническими нормативными правовыми актами, проводят испытания основных строительных материалов с целью определения их важнейших характеристик и оценки качества. К выполнению лабораторных работ студенты должны приступать только после изучения соответствующих вопросов по учебнику, лекционному материалу и методической литературе. При работе в лаборатории учащиеся обязаны выполнять требования техники безопасности и работать с оборудованием в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

Лабораторная работа №1

ИСПЫТАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Цель работы — ознакомиться с методикой определения основных показателей качества минерального порошка для асфальтобетона.

Порошок минеральный — это материал, полученный при помоле горных пород или твердых отходов промышленного производства.

Минеральный порошок — это тонкодисперсный материал, состоящий в значительной мере из частиц размером меньше 0,071 мм. Благодаря своей развитой поверхности минеральный порошок адсорбирует большую часть битума, образуя систему, которую принято называть «асфальтовязущим веществом», и является важным структурообразующим компонентом, придавая асфальтобетону необходимые свойства. Качество асфальтобетона в значительной степени зависит от содержания и свойств минерального порошка. Важнейшим фактором, определяющим качество порошка, являются свойства сырьевых материалов для их производства. Наибольшей структурирующей способностью обладают минеральные порошки, полученные из чистых карбонатных пород (известняков, доломитов). Качество минеральных порошков может быть повышено за счет их активации.

Порошок минеральный активированный — материал, полученный при помоле горных пород или твердых отходов промышленного производства с добавлением активирующих веществ, при помоле битуминозных пород, в том числе горючих сланцев.

Активирующие вещества — смесь поверхностно-активных веществ (ПАВ) или продуктов, содержащих ПАВ, с битумом, рационально подобранная применительно к химической природе сырья для производства минерального порошка.

В соответствии с ГОСТ 16557-2005 минеральные порошки в зависимости от показателей свойств и применяемых исходных материалов подразделяют на марки:

- МП-1 — порошки неактивированный и активированные из осадочных (карбонатных) горных пород и порошки из битуминозных пород;
- МП-2 — порошки из некарбонатных горных пород, твердых и порошковых отходов промышленного производства.

Таблица 1.1 — Показатели свойств порошков (ГОСТ 16557-2005)

Наименование показателя	Значение для порошка марки		
	МП-1		МП-2
	неактивированный порошок	активированный порошок	
Зерновой состав, % по массе:			
мельче 1,250 мм	Не менее 100	Не менее 100	Не менее 95
" 0,315 мм	То же 90	То же 90	От 80 до 95
" 0,071 мм	От 70 до 80	" 80	Не менее 60
Пористость, %, не более	35	30	40
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	2,5	1,8	3,0
Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	Не нормируется		0,7
Показатель битумсоемкости, г, не более	То же		80
Влажность, % по массе, не более	1,0	Не нормируется	2,5
<i>Примечание</i> — В минеральном порошке, получаемом из горной породы, прочность на сжатие которой более 40 МПа, содержание зерен мельче 0,071 мм допускается на 5% менее указанного в таблице.			

Согласно ГОСТ 16557-2005 при проведении испытаний следует соблюдать следующие условия: температура воздуха в помещении, в котором проводят испытания, должна быть (20 ± 5) °С; пробы неактивированного порошка перед проведением испытаний, исключая пробу для определения влажности, высушивают в сушильном шкафу при температуре (105 ± 5) °С до постоянной массы; высушенный порошок растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито №1.25; массу определяют в граммах с точностью до второго десятичного знака после запятой.

1.1. Определение зернового состава минерального порошка

Зерновой состав характеризует тонкость помола минерального порошка, которая, в свою очередь, определяет его структурирующую способность.

Материалы и оборудование: минеральный порошок; набор сит с сетками № 1.25; 0.315; 0.071; прибор для механического просеивания; весы технические; чашка фарфоровая диаметром 15–20 см; пестик фарфоровый с резиновым наконечником; сосуд вместимостью от 6 до 10 л; сушильный шкаф; груша резиновая; вода питьевая; смачиватель.

Выполнение работы. При испытании активированных порошков в воду, используемую для промывки, вводят смачиватель. В качестве смачивателя применяют порошкообразные, пастообразные и жидкие технические или бытовые моющие средства. Смачиватель вводят в воду в следующем количестве на 1 л воды: жидкий — 15 г, пастообразный (в виде раствора в воде в соотношении 1:1) — 10 г, порошкообразный — 3 г.

При мокром способе из подготовленной пробы минерального порошка берут навеску около 50 г, которую помещают в фарфоровую чашку, заливают небольшим количеством воды (порошок должен быть покрыт водой) и растирают в течение 2–3 мин пестиком с резиновым наконечником, после чего воду со взвешенными в ней частицами порошка сливают через сито с сеткой № 0.071, установленное над сосудом.

Эту операцию продолжают до тех пор, пока вода в чашке не станет прозрачной.

После промывки частицы порошка крупнее 0.071 мм, оставшиеся на сетке, смывают с помощью резиновой груши в фарфоровую чашку.

Оставшуюся в чашке воду осторожно сливают, чашку помещают в сушильный шкаф, высушивают остаток пробы порошка при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Не допускается промывание и растирание порошка непосредственно на сите.

Высушенный остаток пробы последовательно просеивают через сита с сетками №1.25; 0.315 и 0.071 вручную или на приборе для механического просеивания. Просеивание считают законченным, если после встряхивания сита в течение 30 с количество частиц, прошедших через сито № 1.25, не превышает 0.05 г, а прошедших через сита № 0.315 и 0.071 — 0.02 г. Остаток на каждом сите взвешивают.

Для текущего (оперативного) контроля зернового состава допускается просеивать порошок без предварительной промывки при условии использования прибора для механического просеивания. Из предварительно подготовленной в соответствии с пробой порошка берут навеску около 50 г и помещают в набор сит с поддоном и крышкой, установленные в прибор для механического просеивания. Просеивание в приборе продолжают в течение 30–40 мин, после чего прибор останавливают и производят контрольное просеивание вручную. Просеивание считают законченным, если после встряхивания сита в течение

30 с количество частиц, прошедших через сито № 1.25, не превышает 0.05 г, а прошедших через сита № 0.315 и 0.071 — 0.02 г.

По результатам просеивания вычисляют:

- частные остатки на каждом сите α_i , %, по формуле:

$$\alpha_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100, \quad (1.1)$$

где m_i — масса остатка на данном сите, г;

m — масса навески, г;

- содержание частиц мельче 1.25 ($M_{1,25}$), 0.315 ($M_{0,315}$) и 0.071 ($M_{0,071}$) мм — по формулам:

$$M_{1,25} = 100 - \alpha_{1,25}; M_{0,315} = M_{1,25} - \alpha_{0,315}; M_{0,071} = M_{0,315} - \alpha_{0,071}. \quad (1.2)$$

Результат каждого испытания вычисляют с точностью до второго десятичного знака после запятой. Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 2 %. В случае превышения абсолютного допустимого расхождения между результатами определений испытание следует повторить до получения допустимого расхождения.

Зерновой состав вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных испытаний. Результаты испытаний заносят в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 — Результаты определения зернового состава минерального порошка

Наименование показателя	Значение показателя				
	1		2		среднее значение
	в граммах	в % от массы пробы	в граммах	в % от массы пробы	
Частный остаток на сите					
№1.25					
№0.315					
№0.071					
менее 0.071					

1.2. Определение истинной плотности неактивированного минерального порошка из горных пород

Материалы и оборудование: минеральный порошок; колбы мерные вместимостью 100 мл или 250 мл; весы технические; электроплитка с закрытой спиралью; вода дистиллированная.

Выполнение работы. Из предварительно подготовленной пробы порошка берут две навески (для двух параллельных определений) около 10 г каждая, если истинную плотность определяют в колбах вместимостью 100 мл, или около 50 г, если используют колбы вместимостью 250 мл.

Каждую навеску порошка всыпают в чистую, высушенную и взвешенную колбу, после чего колбу с порошком вновь взвешивают и на 1/3 заполняют дистиллированной водой.

Содержимое колбы взбалтывают и кипятят на песчаной ванне в течение 1 ч, а затем охлаждают до комнатной температуры. После этого колбу заполняют дистиллированной водой до черты на шейке колбы и взвешивают. Затем колбу освобождают от содержимого, промывают, наполняют до черты на шейке дистиллированной водой комнатной температуры и вновь взвешивают.

Истинную плотность порошка ρ , г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{(m - m_1)\rho_в}{m - m_1 + m_2 - m_3}, \quad (1.3)$$

где m — масса колбы с порошком, г,

m_1 — масса пустой колбы, г,

m_2 — масса колбы с дистиллированной водой, г,

m_3 — масса колбы с порошком и водой, г,

$\rho_в$ — плотность дистиллированной воды, равная 1 г/см³.

Результат каждого испытания вычисляют с точностью до второго десятичного знака после запятой. Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,02 г/см³.

В случае превышения абсолютного допустимого расхождения между результатами определений испытание следует повторить до получения допустимого расхождения.

Истинную плотность вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных испытаний. Результаты испытаний заносят в таблицу 1.3.

Таблица 1.3 — Результаты определения истинной плотности неактивированного минерального порошка

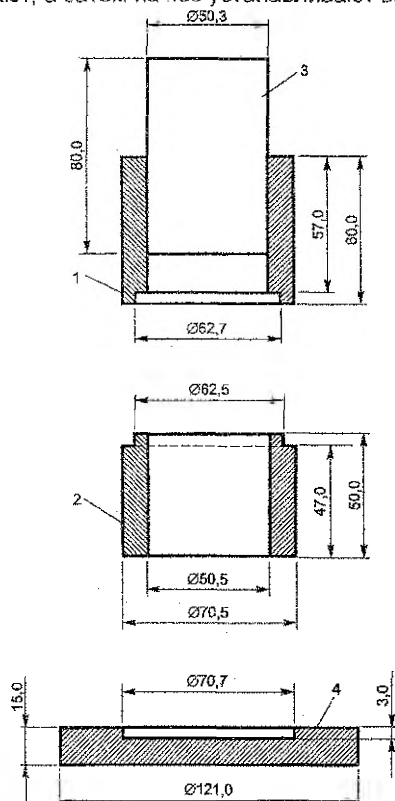
Показатель	Значение показателя		
	1	2	среднее
Масса колбы с порошком m , г			
Масса пустой колбы m_1 , г			
Масса колбы с дистиллированной водой m_2 , г			
Масса колбы с порошком и водой m_3 , г			
Истинная плотность порошка ρ , г/см ³			

1.3. Определение плотности минерального порошка в уплотненном состоянии

Материалы и оборудование: минеральный порошок; форма для уплотнения порошка (рисунок 1); весы технические; пресс гидравлический или механический с нагрузкой не менее 100 кН (10 тс); противень металлический размером не менее 25х40 см; кисть мягкая; нож или шпатель.

Выполнение работы.

Форму для уплотнения минерального порошка (рисунок 1), состоящую из полого разъемного цилиндра, вкладыша и металлического поддона, собирают в следующем порядке: нижнюю часть формы (объемом $100 \pm 3 \text{ см}^3$) помещают на поддон, взвешивают, а затем на нее устанавливают верхнюю часть.



- 1 — верхняя часть разъемного цилиндра;
2 — нижняя часть разъемного цилиндра;
3 — вкладыш; 4 — поддон

Рисунок 1 — Форма для определения плотности порошка в уплотненном состоянии

Высушенный и просеянный порошок порциями по 60–80 г переносят в собранную форму, послойно распределяют и штыкуют ножом или шпателем, заполняя ее на 15–20 мм ниже верхнего края, и слегка прижимают вкладышем.

Форму с порошком устанавливают на нижнюю плиту пресса, плавно доводят уплотняющее давление до 40 МПа и поддерживают в течение 3 мин. После этого нагрузку снимают и форму с вкладышем переносят на противень.

Вкладыш и верхнюю часть формы снимают, излишек порошка над нижней частью формы срезают ножом, наружные части формы и поддона очищают мягкой кистью.

Нижнюю часть формы с порошком и с поддоном взвешивают.

Плотность порошка в уплотненном состоянии ρ_m , г/см³ вычисляют по формуле:

$$\rho_m = \frac{m - m_1}{V}, \quad (1.4)$$

где m — масса нижней части формы с поддоном и уплотненным минеральным порошком, г;

m_1 — масса нижней части формы с поддоном, г;

V — объем порошка, равный 100 см³.

Результат каждого испытания вычисляют с точностью до второго десятичного знака после запятой. Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,02 г/см³. В случае превышения абсолютного допустимого расхождения между результатами определений испытание следует повторить до получения допустимого расхождения.

Плотность порошка в уплотненном состоянии вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных испытаний. Результаты испытаний заносят в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 — Результаты определения плотности порошка в уплотненном состоянии

Показатель	Значение показателя		
	1	2	среднее
Масса нижней части формы с поддоном m_1 , г			
Масса нижней части формы с поддоном и уплотненным минеральным порошком m , г			
Объем порошка V , см ³			
Плотность порошка в уплотненном состоянии ρ_m , г/см ³			

1.4. Определение пористости

Пористость минерального порошка $V_{\text{пор}}$, % определяют расчетом с точностью до целого числа по формуле

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100, \quad (1.5)$$

где ρ — истинная плотность порошка, г/см³, предварительно установленная в п.1.2.

ρ_m — средняя плотность порошка, г/см³, предварительно установленная в п.1.3.

1.5. Определение показателя битумоемкости

Сущность метода заключается в определении количества масла, при котором смесь его со 100 см^3 порошка имеет заданную консистенцию.

Материалы и оборудование: минеральный порошок; весы лабораторные; прибор Вика с дополнительным грузом массой (170.0 ± 0.5) г, укрепленным на верхней площадке стержня и с пестиком диаметром (10 ± 1) мм; чашка металлическая диаметром 50 мм и высотой 20 мм; чашка фарфоровая диаметром 10–12 см; масло промышленное марки М.8В; нож или шпатель.

Выполнение работы. Из подготовленной пробы отвешивают порцию порошка 200–250 г. В фарфоровую чашку отвешивают 15 г масла с температурой $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. К маслу постепенно небольшими порциями добавляют порошок и тщательно перемешивают с ним. Когда смесь приобретает пастообразную консистенцию и не прилипает к стенкам и дну фарфоровой чашки, ее помещают в металлическую чашку, выглаживая ножом или шпателем уровень с краями. Металлическую чашку со смесью устанавливают на подставку прибора Вика, подводят пестик к поверхности смеси и отмечают положение указателя на шкале. Затем пестик поднимают над поверхностью смеси на 20 мм и дают возможность стержню с пригрузом и пестиком свободно погружаться в смесь в течение 5 с, после чего отмечают положение указателя на шкале и определяют глубину погружения, которая должна быть 8 мм.

Если полученная величина погружения больше 8 мм, смесь вновь помещают в фарфоровую чашку, добавляют порошок, перемешивают и повторяют испытание.

Если полученная величина погружения меньше 8 мм, делают новую смесь порошка с маслом, используя количество порошка меньше первоначального, и снова повторяют испытание.

Показатель битумоемкости ПБ, г, вычисляют по формуле:

$$\text{ПБ} = \frac{15\rho}{m - m_1} \cdot 100, \quad (1.6)$$

где m — масса отвешенной порции порошка, г;

m_1 — масса оставшегося после испытания порошка, г;

ρ — истинная плотность порошка, г/см^3 ;

100 — объем порошка, см^3 .

Результат каждого испытания вычисляют с точностью до целого числа. Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 2 г. В случае превышения абсолютного допустимого расхождения между результатами определений испытание следует повторить до получения допустимого расхождения.

Показатель битумоемкости порошка вычисляют как среднееарифметическое значение результатов двух параллельных испытаний.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.5.

Таблица 1.5 — Результаты определения показателя битумоемкости минерального порошка

Показатель	Значение показателя		
	1	2	среднее
Масса отweighенной порции порошка m , г			
Масса оставшегося после испытания порошка m_1 , г			
Истинная плотность порошка ρ , г/см ³			
Объем порошка, см ³			
Показатель битумоемкости ПБ, г			

1.6. Определение влажности

Материалы и оборудование: минеральный порошок, весы технические, шкаф сушильный, чашки фарфоровые диаметром 10–15 см.

Выполнение работы. Вымытые чашки помещают не менее чем на 30 мин в сушильный шкаф при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, затем охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры.

Из пробы порошка берут две навески по (50 ± 5) г и высыпают в предварительно взвешенные чашки, заполняя их равномерно без уплотнения. Чашки с порошком взвешивают и помещают в сушильный шкаф с температурой $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, где высушивают порошок до постоянной массы, для установления которой чашки с порошком взвешивают через каждый час, охлаждая предварительно до комнатной температуры в эксикаторе с безводным хлористым кальцием.

Влажность порошка W , % по массе, вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m - m_1}{m_1 - m_2} \cdot 100, \quad (1.7)$$

где m — масса чашки с порошком до высушивания, г;

m_1 — масса чашки с порошком после высушивания, г;

m_2 — масса чашки, г.

Результат каждого испытания вычисляют с точностью до первого десятичного знака после запятой. Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,2 %.

В случае превышения абсолютного допустимого расхождения между результатами определений испытание следует повторить до получения допустимого расхождения. Влажность порошка вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных испытаний.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 — Результаты определения влажности минерального порошка

Показатель	Значение показателя		
	1	2	среднее
Масса чашки с порошком до высушивания m , г			
Масса чашки с порошком после высушивания m_1 , г			
Масса чашки m_2 , г			
Влажность порошка W , %			

1.7. Определение гидрофобности активированного минерального порошка

Активированные минеральные порошки должны быть гидрофобными для более длительного сохранения технологических свойств. Сущность метода определения гидрофобности состоит в оценке способности порошка не смачиваться водой.

Материалы и оборудование: активированный минеральный порошок; весы лабораторные; стакан стеклянный вместимостью 500–800 мл; шпатель; вода дистиллированная.

1.7.1. Определение гидрофобности методом свободного флотирования

Стеклянный стакан заполняют дистиллированной водой на 50 мм ниже края. От подготовленной пробы отвешивают около 2 г порошка, сыпают его со шпателя на поверхность воды легким постукиванием шпателя по краю стакана. Стакан с водой и порошком оставляют в покое на 24 ч.

Порошок считают гидрофобным, если за 24 ч он не осядет на дно и не будет наблюдаться видимого смачивания порошка водой.

1.7.2. Определение гидрофобности ускоренным методом

Стеклянный стакан заполняют дистиллированной водой на 50 мм ниже края и ставят на уровне глаз (для удобства наблюдения) на ровную поверхность (стол или подставку), предварительно покрывшую листом бумаги, на которую нанесены две параллельные линии на расстоянии 50 мм друг от друга. Стакан устанавливают таким образом, чтобы одна из линий на бумаге являлась касательной к основанию стакана. От подготовленной пробы порошка отвешивают около 0,5 г и сыпают его со шпателя на поверхность воды легким постукиванием шпателя по краю стакана. Стакан двигают от одной линии к другой и обратно. Цикл, включающий два движения (путь в 100 мм), должен выполняться за 1 с плавно, без рывков.

Порошок считают гидрофобным, если после 10 циклов перемещений стакана не наблюдается даже легких («туманных») потоков порошка с поверхности воды ко дну стакана.

По результатам испытаний можно сделать вывод о возможности применения минерального порошка в асфальтобетоне (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Область применения минеральных порошков

Марка минерального порошка	Вид минерального порошка	Область применения
МП-1	Активированный и неактивированный из карбонатных горных пород	Смеси асфальтобетонные по ГОСТ 9128
		Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные по ГОСТ 31015
МП-2	Из некарбонатных горных пород и твердых отходов промышленного производства	Смеси органо-минеральные по ГОСТ 30491
		Смеси асфальтобетонные по ГОСТ 9128 марок II и III
	Порошковые отходы промышленного производства	Смеси органо-минеральные по ГОСТ 30491

Контрольные вопросы:

1. Что такое минеральный порошок для асфальтобетонов?
2. Какие породы чаще всего применяют для производства минерального порошка?
3. Как получают активированный минеральный порошок?
4. Как определяют зерновой состав минерального порошка?
5. Как определяют пористость минерального порошка?
6. Как определяют битумосемкость минерального порошка?
7. Как определяют влажность минерального порошка?

Лабораторная работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Цель работы — ознакомиться с методикой определения основных показателей качества дорожных эмульсий.

Эмульсия — это дисперсная система, состоящая из двух практически нерастворимых друг в друге жидких фаз, хотя бы одна из которых равномерно распределена в виде мельчайших капелек в другой. В дорожном строительстве используется **битумная эмульсия прямого типа** — однородная, маловязкая жидкость темно-коричневого цвета рационально подобранного состава, получаемая путем диспергирования битума в водном растворе эмульгатора. **Эмульгатор** — поверхностно-активное вещество (ПАВ), активизирующее процесс диспергирования битума и обеспечивающее устойчивость образующейся эмульсии. Для изготовления дорожных эмульсий чаще всего применяют водорастворимые эмульгаторы, к которым относятся катионные и анионные поверхностно-активные вещества. Молекулы ПАВ, состоящие из полярной и неполярной частей, ориентируются на границе раздела «битум — вода» так, что неполярной частью они обращены к битуму, а полярной — к воде. Такая ориентация молекул уравнивает полярности фазы и среды и снижает поверхностное натяжение на границе их раздела. Вследствие диссоциации полярной группы поверхностно-активного вещества частица битума приобретает электрический заряд: при катионоактивном эмульгаторе — положительный, при анионоактивном эмульгаторе — отрицательный. Одновременно заряженные частицы фазы отталкиваются, что препятствует их слипанию и обуславливает большую устойчивость эмульсии (рисунок 2). В целом же и катионная и анионная эмульсии электрически нейтральны, так как каждая битумная частица, обладающая зарядом определенного знака, окружена эквивалентным числом ионов с зарядом противоположного знака, которые находятся в водной среде. Выбор типа эмульсии зависит от ее назначения и заряда поверхности минерального материала. Для кислых пород лучше использовать анионные эмульсии, для основных — катионные.

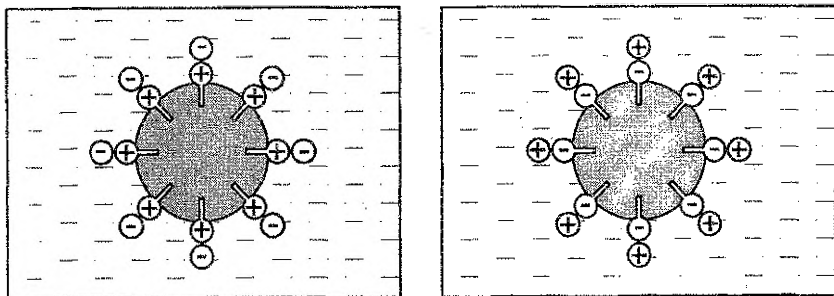


Рисунок 2 – Битумное вяжущее в катионных и анионных эмульсиях

При испытании эмульсий пробы взвешивают с погрешностью до 0,1% массы, если в методике проведения испытания не даны другие указания. Массу пробы эмульсии определяют в граммах с точностью до второго десятичного знака после запятой. Испытания проводят при температуре воздуха от 15°С до 25°С.

2.1. Испытание эмульсии битумной катионной дорожной

Испытания проводятся в соответствии с СТБ 1245-2007 «Эмульсии битумные катионные дорожные».

2.1.1. Определение содержания остаточного вяжущего

Остаточное вяжущее — органическое вяжущее вещество, состоящее из исходного битума с добавками, введенными в него в процессе эмульгирования или на стадии подготовки, после отделения водной фазы эмульсии.

Сущность метода заключается в определении массовой доли вяжущего с эмульгатором после выпаривания из эмульсии воды. Этот метод позволяет определить предполагаемый расход эмульсии до начала проведения работ.

Материалы и оборудование: весы электронные; электроплитка; чашка выпарительная; палочка стеклянная.

Выполнение работы. Чистую сухую чашку вместе со стеклянной палочкой взвешивают, затем наливают в чашку эмульсию (50 г) и взвешивают чашку с эмульсией и стеклянной палочкой. Чашку с эмульсией и стеклянной палочкой устанавливают на закрытую электрическую плитку и удаляют воду из эмульсии выпариванием, периодически перемешивая стеклянной палочкой. Удаление воды из эмульсии считают законченным, когда прекратится выделение пузырьков пара и поверхность остатка в чашке станет зеркальной. После этого чашку охлаждают при комнатной температуре, а затем взвешивают вместе со стеклянной палочкой. Содержание остаточного вяжущего в эмульсии $V_в$, % по массе, вычисляют по формуле:

$$V_в = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1} \cdot 100, \quad (2.1)$$

где M_1 — масса чашки с палочкой, г;

M_2 — масса чашки с палочкой и эмульсией, г;

M_3 — масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды из эмульсии, г.

Содержание остаточного вяжущего в эмульсии вычисляют как среднеарифметическое значение результатов не менее трех испытаний. Допустимые отклонения отдельных результатов испытаний не должны отличаться от среднеарифметического значения более чем на 4 %. Результаты испытаний заносят в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 — Результаты определения содержания остаточного вяжущего

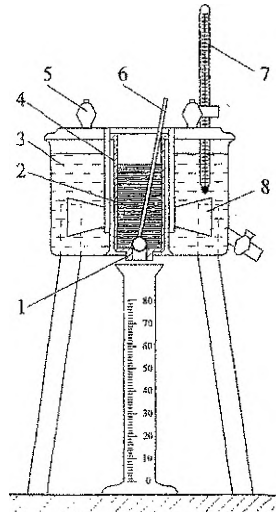
Показатель	Значение показателя			
	1	2	3	среднее
Масса чашки с палочкой M_1 , г				
Масса чашки с палочкой и эмульсией M_2 , г				
Масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды из эмульсии M_3 , г				
Содержание остаточного вяжущего в эмульсии V_6 , %				

2.1.2. Определение условной вязкости

Сущность метода заключается в определении времени истечения 50 мл эмульсии из вискозиметра через сточное отверстие диаметром 4 мм при температуре $40.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$.

Материалы и оборудование: аппарат для определения условной вязкости нефтяных битумов СТВ (типа ВУБ-1); секундомер; цилиндр стеклянный мерный вместимостью 100 мл.

Выполнение работы. 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 $(40.0 \pm 1.0)^\circ\text{C}$. Эмульсию с температурой $(40.0 \pm 1.0)^\circ\text{C}$ наливают в рабочий цилиндр аппарата при закрытом затворе до уровня отметки на затворе. Внешний резервуар закрывают крышкой, в отверстие которой вставляют термометр, под сопло вискозиметра ставят цилиндр (рисунок 3). Быстро вынимают стержень и 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 с погрешностью не более 0.2 с.



1—калиброванное отверстие; 2—битум, 3—водяная баня;
 4—латунный цилиндр; 5—ручка водяной бани; 6—шариковый клапан;
 7—термометр; 8—лопасти для перемешивания воды

Рисунок 3 – Стандартный вискозиметр

За результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов не менее трех измерений времени истечения в секундах. Результат округляют до 0,5. Допустимые отклонения отдельных результатов испытаний не должны отличаться от среднеарифметического значения более чем на 4 %. Результаты испытаний заносят в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 — Результаты определения условной вязкости

Показатель	Значение показателя		
	1	2	3
Время истечения 50 мл эмульсии, с			
Среднее значение условной вязкости, с			

2.1.3. Определение коэффициента распада

Битумные эмульсии термодинамически нестабильны из-за стремления системы минимизировать свою свободную поверхность. Нарушение стабильности эмульсии обычно завершается ее распадом.

Распад эмульсии битумной (распад) — процесс выделения битума после объединения битумной эмульсии и минерального материала.

Метод основан на взаимодействии с минеральным материалом и позволяет определить скорость разрушения эмульсии путем введения определенного количества эталонных частиц.

Материалы и оборудование: шпатель или лопатка фарфоровые; чашка выпарительная, сушильный шкаф; весы электронные; песок кварцевый (с содержанием SiO₂ не менее 98%, фракции от 0,14 до 0,315 мм или кварц молотый пылевидный, предварительно высушенный при температуре от 100°С до 110°С).

Перед началом испытаний эмульсию и около 0,5 кг эталонных частиц песка кварцевого (кварца пылевидного) в герметически закрытых сосудах термостатируют 1 ч при температуре (25,0±2,0) С. Определяют массу чашки со шпателем с точностью до 0,1 г (M_1). Взвешивают в чашке со шпателем от 100 до 120 г эмульсии с точностью до 0,1 г (M_2). Равномерно засыпают в чашку кварцевый песок при постоянном перемешивании. Песок добавляют до полного разрушения эмульсии, когда эмульсионно-минеральная смесь станет тестообразной. При перемешивании необходимо формировать комок, не прилипающий к стенкам чашки. Взвешивают чашку со смесью и шпателем с точностью до 0,1 г (M_3).

В некоторых случаях, при испытании медленнораспадающихся эмульсий, образование комка не носит четкого характера.

Коэффициент распада эмульсии K_p , с точностью до 0,1, рассчитывают по формуле:

$$K_p = \frac{M_3 - M_2}{M_2 - M_1} \cdot 100, \quad (2.2)$$

где M_1 — масса чашки со шпателем, г;

M_2 — масса чашки с битумной эмульсией, г;

M_3 — масса чашки с битумной эмульсией и песком, г.

Коэффициент распада определяют как среднее арифметическое результатов не менее трех испытаний. Допустимые отклонения отдельных результатов испытаний при использовании одного и того же песка не должны отличаться от среднеарифметического значения более чем на 5 %. Результаты испытаний заносят в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 — Результаты определения коэффициента распада эмульсии

Показатель	Значение показателя			
	1	2	3	среднее
Масса чашки со шпателем M_1 , г				
Масса чашки с битумной эмульсией M_2 , г				
Масса чашки с битумной эмульсией и песком M_3 , г				
Коэффициент распада эмульсии K_p				

2.1.4. Определение устойчивости к расслоению при хранении

Устойчивость эмульсии к расслоению характеризуется уровнем оседания битумной фазы в мерном цилиндре.

Материалы и оборудование: цилиндр стеклянный мерный вместимостью от 100 до 500 мл.

Выполнение работы. Вливают в стеклянный цилиндр тщательно перемешанную эмульсию до верхней отметки. В течение 7 сут визуально определяют уровень оседания или всплытия битумной фазы. По истечении 7 сут хранения определяют устойчивость к расслоению.

Устойчивость к расслоению по отметкам в цилиндре УР, %, с точностью до 0,1%, определяют по формуле:

$$УР = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7) / 7}{V_{эм}} \cdot 100, \quad (2.3)$$

где $P_1 - P_7$ — ежесуточные значения отметок оседания или всплытия битумной фазы, мл;

$V_{эм}$ — начальный объем эмульсии, мл.

Устойчивость к расслоению определяют как среднее арифметическое результатов не менее трех испытаний. Допустимые отклонения отдельных результатов испытаний не должны отличаться от среднеарифметического значения более чем на 4 %.

Таблица 2.4 — Требования к катионным эмульсиям

Наименование показателя	Значение показателя для марки					
	ЭБКД-Б-60	ЭБКД-Б-65	ЭБКД-Б-70	ЭБКД-С-65	ЭБКД-М-60	ЭБКД-М-65
Содержание остаточного вяжущего, %	57,5–62,5	62,6–67,5	67,6–72,5	62,5–67,5	57,5–62,5	62,6–67,5
Условная вязкость по вискозиметру (диаметр отверстия 4 мм), при 40°С, с, не более	8	12*	60*	12	8	12
Коэффициент распада при использовании песка кварцевого	60–160	60–200	60–180	200–240	Не менее 260	Не менее 260
Устойчивость к расслоению, при хранении св. 7 сут, %, не более	5	5	5	5	5	5

2.2. Испытание эмульсии битумной анионной дорожной

Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 18659-2005 «Эмульсии битумные дорожные».

2.2.1. Определение содержания вяжущего с эмульгатором

Сущность метода, как и в случае с катионоактивными эмульсиями, заключается в определении массовой доли вяжущего с эмульгатором после выпаривания из эмульсии воды.

Материалы и оборудование: весы лабораторные; электроплитка; чашка выпарительная; палочка стеклянная.

Выполнение работы. Чистую сухую чашку вместе со стеклянной палочкой взвешивают, затем наливают в чашку эмульсию (30 г) и взвешивают чашку с эмульсией и стеклянной палочкой. Устанавливают на электрическую

плитку и удаляют воду из эмульсии выпариванием, периодически перемешивая стеклянной палочкой. Удаление воды из эмульсии считают законченным, когда прекратится выделение пузырьков пара и поверхность остатка в чашке станет зеркальной. После этого чашку охлаждают при комнатной температуре и взвешивают. Содержание вяжущего с эмульгатором в эмульсии M , % по массе, вычисляют по формуле:

$$M = \frac{g_3 - g_1}{g_2 - g_1} \cdot 100, \quad (2.4)$$

где g_1 — масса чашки с палочкой, г;

g_2 — масса чашки с палочкой и эмульсией, г;

g_3 — масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды из эмульсии, г.

Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,2 %. Содержание вяжущего с эмульгатором в эмульсии вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных испытаний. Результаты испытаний заносят в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 — Результаты определения содержания вяжущего с эмульгатором

Показатель	Значение показателя		
	1	2	среднее
Масса чашки с палочкой g_1 , г			
Масса чашки с палочкой и эмульсией g_2 , г			
Масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды из эмульсии g_3 , г			
Содержание остаточного вяжущего с эмульгатором в эмульсии M , %			

2.2.2. Определение условной вязкости

Сущность метода заключается в определении времени истечения 50 мл эмульсии из вискозиметра через сточное отверстие диаметром 3 мм при температуре $20.0 \pm 0.50^\circ\text{C}$.

Материалы и оборудование: аппарат для определения условной вязкости нефтяных битумов ВУБ-1 (или аналогичного типа); секундомер; цилиндр стеклянный мерный вместимостью 100 мл.

Выполнение работы. Аппарат подготавливают к испытанию так же как и при определении условной вязкости согласно СТБ 1245-2007 (п.2.2). Сточное отверстие рабочего цилиндра закрывают затвором и подставляют под него мерный цилиндр. Баню аппарата наполняют водой с температурой $(20.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$. Эмульсию с температурой $(20.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 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.

Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 2 с.

За результат испытания принимают среднеарифметическое значение результатов двух определений, округленное до целого числа.

Результаты испытаний заносят в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 — Результаты определения условной вязкости

Показатель	Значение показателя	
	1	2
Время истечения 50 мл эмульсии, с		
Среднее значение условной вязкости, с		

2.2.3. Определение устойчивости эмульсии при перемешивании с минеральными материалами

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.

Материалы и оборудование: весы лабораторные; секундомер; сушильный шкаф; цилиндр стеклянный мерный вместимостью 100 мл; шпатель или лопатка фарфоровые; чашка фарфоровая диаметром 10-15 см; щебень из гранита фракции от 5 до 10 мм; песок кварцевый крупный или средней крупности; порошок минеральный неактивированный.

Выполнение работы. Щебень массой 500 г и песок массой 300 г промывают и высушивают при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постоянной массы (разность между результатами двух последовательных взвешиваний не более 0,1% массы), после чего охлаждают при комнатной температуре.

Для определения смешиваемости эмульсии с минеральными материалами плотного зернового состава готовят смесь из 65 г щебня из гранита, 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 3 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 2 классу. Если эмульсия не смешивается со смесями минеральных материалов плотного и пористого зерновых составов, ее считают быстрораспадающейся и относят к 1 классу.

2.2.4. Определение устойчивости при хранении

Сущность метода заключается в определении остатка на сите с сеткой №0.14 после процеживания через него эмульсии, хранившейся при комнатной температуре в течение 7 и 30 сут.

Материалы и оборудование: весы лабораторные; шкаф сушильный; сито с сеткой №014; чашка фарфоровая вместимостью 250 мл; палочка стеклянная; цилиндры стеклянные вместимостью 250 мл с плотно закрывающимися крышками — 4 штуки; натр едкий технический; вода дистиллированная; бензин.

Выполнение работы. 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 сут проводят испытание эмульсии из двух цилиндров. Перед процеживанием эмульсию в цилиндре перемешивают стеклянной палочкой. 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 (при испытании анионных эмульсий). Навеску эмульсии из цилиндра равномерно процеживают через сито, при этом слегка встряхивая и постукивая по верхнему ребру сита стеклянной палочкой, не допуская разбрызгивания эмульсии. При процеживании эмульсии одновременно с ней вливают раствор щелочи. Освобожденный от эмульсии цилиндр и стеклянную палочку промывают раствором щелочи, сливая его на сито.

Остаток на сите также промывают, пропуская через сито раствор щелочи 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 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, охлаждают до комнатной температуры и взвешивают вместе с чашкой.

Остаток на сите M , % по массе, вычисляют по формуле

$$M = \frac{g_2 - g_1}{g_3} \cdot 100, \quad (2.5)$$

где g_1 — масса сита и чашки, г;

g_2 — масса сита с остатком и чашкой, г;

g_3 — масса эмульсии, г.

Эмульсию из двух других цилиндров испытывают по истечении 30 сут хранения.

Абсолютное допустимое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,05 %. Остаток на сите вычисляют как среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

Результаты определений записывают в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 — Результаты определения устойчивости при хранении

Показатель	Значение показателя			
	через 7 суток		через 30 суток	
	1	2	3	4
Масса сита и чашки g_1 , г				
Масса сита с остатком и чашкой g_2 , г				
Масса эмульсии g_3 , г				
Остаток на сите M , %				
Устойчивость при хранении M , %				

По результатам проведенных испытаний делают заключение о классе анионной дорожной эмульсии (таблица 2.8).

Таблица 2.8 — Требования к анионным эмульсиям

Наименование показателя	Значение для эмульсии класса		
	ЭБА-1	ЭБА-2	ЭБА-3
Устойчивость при перемешивании со смесями минеральных материалов:			
пористого зернового состава	Не смешивается	Смешивается	Смешивается
плотного зернового состава	То же	Не смешивается	"
Содержание вяжущего с эмульгатором, % по массе	От 40 до 55	От 50 до 55	От 50 до 55
Условная вязкость при 20°C, с	От 8 до 15	От 10 до 15	От 10 до 15
Сцепление с минеральными материалами, балл, не менее	4	4	3
Остаток на сите с сеткой № 014, % по массе, не более	0,5	0,5	0,5
Устойчивость при хранении (остаток на сите с сеткой № 014), % по массе, не более:			
через 7 сут	0,6	0,6	0,6
через 30 сут	1,0	1,0	1,0
Устойчивость при транспортировании	Эмульсии не должны распадаться на воду и вяжущее		

2.3. Область применения дорожных эмульсий

Использование эмульсий для поверхностной обработки; устройства тонких защитных слоев покрытий из литого асфальтобетона; ямочного ремонта; холодного ресайклинга и т.д., позволяет реализовать такие преимущества эмульсии по сравнению с горячим битумом как возможность работы на влажных дорожных покрытиях, снижение трудоемкости за счет исключения подогрева, более широкого температурного диапазона проведения работ и др. По результатам испытаний можно сделать вывод о возможности применения катионных (по СТБ 1245-2007) и анионных (по ГОСТ 18659-2005) битумных эмульсий (таблица 2.9).

Таблица 2.9 – Область применения дорожных эмульсий

Марка или класс эмульсии	Вид работы
<i>катионные эмульсии</i>	
ЭБКД-Б-60	подгрунтовка конструктивных слоев дорожных одежд
ЭБКД-Б-65, ЭБКД-Б-70	устройство защитных слоев методом поверхностной обработки нежестких покрытий автомобильных дорог
ЭБКД-Б-65, ЭБКД-Б-70, ЭБКД-С-65	приготовление складированных эмульсионно-минеральных смесей для ямочного ремонта и ямочного ремонта покрытий автомобильных дорог на месте производства работ всеми типами механизмов
ЭБКД-М-60, ЭБКД-М-65	приготовление гравийно-эмульсионных смесей, холодных регенерированных асфальтобетонных смесей, холодных литых асфальтобетонных смесей вида А, снижение пыльности и стабилизация гравийных и грунтовых покрытий
ЭБКД-Б-65, ЭБКД-М-60, ЭБКД-М-65	технология замедления процессов старения асфальтобетона методом пропитки
<i>анионные эмульсии</i>	
ЭБА-1	уход за свежееуложенным цементобетоном и цементогрунтом, подгрунтовка, укрепление поверхности откосов земляного полотна, устройство слоев поверхностной обработки
ЭБА-2	уход за свежееуложенным цементобетоном и цементогрунтом, приготовление черного щебня и щебеночных пористых смесей из карбонатных пород, устройство слоев дорожных одежд способом пропитки
ЭБА-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

Контрольные вопросы:

1. Что такое эмульсии?
2. По каким признакам классифицируют битумные эмульсии?
3. Какие вещества применяют в качестве эмульгаторов для катионных и анионных эмульсий?
4. Как определяют условную вязкость эмульсии?
5. Что такое распад эмульсии?
6. Где используются битумные эмульсии?

Учебное издание

Составители:

Татьяна Петровна Шалобыта

Галина Васильевна Сырица

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

**по курсу «Дорожно-строительные
материалы и изделия»**

для студентов специальности

1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Ответственный за выпуск: Шалобыта Т.П.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 24.12.2010 г. Бумага «Снегурочка». Формат 60x84¹/₁₆.

Усл. печ. л. 1,4. Уч. изд. л. 1,5. Заказ № 1241. Тираж 50 экз.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».

224017, Брест, ул. Московская, 267.