

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»

Кафедра автомобильных и железных дорог

Основы физико-химической механики

Методические указания
к выполнению лабораторных работ для студентов специальности
270205.65 – Автомобильные дороги и аэродромы

Белгород
2011

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»

Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

Основы физико-химической механики

Методические указания
к выполнению лабораторных работ для студентов специальности
270205.65 – Автомобильные дороги и аэродромы

Белгород
2011

УДК 541.18 (075)

ББК 28.071я7

О - 75

Составители: д-р техн. наук, проф В.В. Ядыкина

канд. техн. наук, доц. М.А. Высоцкая

Рецензент канд. техн. наук, проф. Г.С. Духовный

Основы физико-химической механики. Методические указания. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 22 с.

Данные методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы физико-химической механики» дают возможность студентам закрепить практически знания, полученные во время лекционного курса, и методы испытаний строительных материалов, исследовать влияния добавок на свойства битумов и цементно-песчаных смесей, определить качество битумных эмульсий.

Методические указания предназначены для студентов специальности 270205.65.

УДК 541.18 (075)

ББК 28.071я7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2011

Содержание

Лабораторная работа № 1. Влияние добавок на свойства битумов.....	5
Лабораторная работа № 2. Влияние суперпластификатора (С-3) на подвижность цементно-песчаной смеси и прочность мелкозернистого бетона.....	10
Лабораторная работа № 3. Испытания битумных дорожных эмульсий.....	15
Библиографический список.....	21

Влияние добавок на свойства битумов

Цель работы: установить влияние добавок на основные условные показатели битумов.

Аппаратура и материалы: 1) обезвоженный битум, цилиндрическая чаша (диаметр 55 мм, высота 45 мм), водяная баня, плоскодонный сосуд, пенетромтр, 2) латунные вкладыши формы "восьмерки", дуктилометр, 3) прибор "Кольцо и шар" (КИШ), термомтр, 4) мрамор или кварцевый песок, термостат, химический стакан вместимостью 250 мл., дистиллированная вода, металлическая сетка, весы технические, чаша и лопатка для смешения битума с минеральным материалом, 5) прибор Фрааса.

Основные понятия

Для улучшения свойств органических вяжущих и битумоминеральных материалов применяют различные добавки. Большое влияние на свойства битумов и асфальтобетонов оказывают поверхностно-активные вещества (ПАВ). Добавки таких веществ улучшают сцепление битума с минеральным материалом, увеличивают степень обволакивания битумом минеральных частиц, сокращают время перемешивания, улучшают удобоукладываемость, уплотняемость смесей и сокращают расход битума. ПАВ могут использоваться в качестве средства направленного структурообразования для получения битумов с заданными свойствами.

Молекулы поверхностно-активных веществ состоят из двух частей: полярной и неполярной. Полярная группа обладает дипольным моментом. К таким группам относятся $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{SO}_3\text{H}$. Эти группы гидрофильны, реакционноспособны, обладают силовым полем и обуславливают хорошее прилипание к каменным материалам. Неполярная часть – неактивна, гидрофобна, состоит из углеводородной цепи или ароматического радикала. Такие молекулы при адсорбции ориентируются полярной частью в сторону более полярной фазы (каменный материал), а неполярной частью к битуму.

Адсорбируясь на поверхности структурообразующих элементов битума – асфальтенах, ПАВ вызывают деструктурирование структурной сетки битума. При этом меняются процессы взаимодействия асфальтенов друг с другом и со смолисто-углеводородными компонентами. Таким образом, молекулы ПАВ, связываясь с поверхностью, вызывают понижение свободной поверхностной энергии твердых тел или поверхностного натяжения жидкостей.

Применяемые ПАВ разделяются на ионогенные и неионогенные. Ионогенные подразделяются на два типа: катионоактивные и анионоактивные. В анионоактивных веществах углеводородная часть молекул входит в состав аниона, а в катионоактивных – в состав катиона.

Представителями катионоактивных ПАВ являются соли высших алифатических аминов и четырехзамещенные аммониевые основания, продукты гидратирования стеарина и др. К анионоактивным ПАВ относятся: высшие карбоновые кислоты, кубовые остатки синтетических жирных кислот, госсиполовая смола, каменноугольная смола и др.

Вводить ПАВ в битум рекомендуется в следующих концентрациях: для катионоактивных добавок 0,5–1,5% от массы битума; анионоактивных 3–5%.

Эффективность действия ПАВ зависит от вида каменного материала. Катионоактивные ПАВ обеспечивают повышение сцепления со всеми горными породами, но особенно эффективно с кислыми. Анионоактивные ПАВ повышают сцепление с карбонатными и почти не влияют на сцепление с кислыми породами.

При использовании ПАВ увеличивается адгезия битума к поверхности каменного материала, эти добавки препятствуют отслаиванию битумной пленки водой, в результате повышается водо- и морозоустойчивость покрытия.

Для регулирования свойств битумов применяют полимерные добавки, или эластомеры. К полимерным добавкам относятся: натуральный каучук, полимеры бутадиена и стирола, неопрен, а также дивинилстирольный термоэластопласт. Модификация битумов полимерными добавками заключается в следующем: повышается температура размягчения, уменьшается зависимость пенетрации от температуры, снижается температура хрупкости, повышается растяжимость (дуктильность) битумов.

Ход работы

Испытания битума с добавкой и без добавки производится по стандартным методикам.

1. Влияние добавки ПАВ на величину условной вязкости битума.

За показатель условной вязкости принимают глубину проникания стандартной иглы в образец битума под нагрузкой 10 г в течение 5 с при температуре 25°C и под нагрузкой 200 г в течение 60 с при температуре 0°C. Условная вязкость определяется на пенетрометре.

Порядок испытаний

1. Обезвоженный и нагретый до 100...160°C битум залить в стандартную металлическую чашку на высоту не менее 30 мм.

2. Подготовленную пробу охладить на воздухе 60 мин и поместить на 60 мин в водяную баню, с температурой воды 25°C и 0°C.

3. Чашку с битумом поместить в сосуд с водой, температура которой должна быть 25°C, 0°C. Сосуд с образцом битума установить на столик пенетromетра и подвести острие иглы к поверхности битума так, чтобы острие иглы слегка касалась ее.

4. Довести кремальеру до верхней площадки плунжера и установить стрелку на нуль. Включить секундомер, одновременно нажать на кнопку прибора и не отпускать в течение 5 с.

5. Отпустить кнопку, довести кремальеру вновь до верхней площадки плунжера и отметить показания прибора.

Условная вязкость выражается в градусах пенетрации (каждый градус пенетрации соответствует глубине проникания иглы 0,1 мм). По показателю условной вязкости битум относят к той или иной марке.

Результаты испытаний заносятся в табл. 1.

2. Влияние добавки на растяжимость битума

Растяжимость битума характеризуется способностью образца к максимальному удлинению до момента разрыва сплошности при постоянной скорости деформирования и температуре, которая определяется на образцах битума в форме "восьмерки" и выражается в сантиметрах.

Растяжимость определяется в дуктилометре, который должен обеспечивать скорость растяжения 5 см/мин при температуре 25°C и 0,5 см/мин при температуре 0°C.

Порядок испытаний

1. Подготовленный разогретый битум залить в три формы "восьмерки" на уровень несколько выше краев формы.

2. Охладить образцы в течение 30 мин на воздухе, после чего срезать излишки битума.

3. Поместить образцы в сосуд с водой на 60 мин. Температура воды должна быть 25°C, 0°C.

4. Вынуть образцы из сосуда, снять их с пластин. Установить образцы на шлифты дуктилометра и снять боковые части формы. Дуктилометр должен быть заполнен водой, имеющей температуру испытания битума.

5. Включить мотор дуктилометра и растягивать образцы до момента разрыва. В момент разрыва снять показатели по линейке в сантиметрах.

3. Влияние добавки на температуру размягчения битума

Температура размягчения битума характеризует его переход из упруговязкого состояния в текучее. Определяется на приборе "Кольцо и шар" в градусах Цельсия.

Порядок испытаний

1. Подготовленный разогретый битум залить в три латунных кольца, расположенных на пластине предварительно покрытой смазкой, на уровень несколько выше краев формы.

2. Охладить образцы в течение 30 мин на воздухе, после чего срезать излишки битума вровень с краями колец.

3. Установить кольца в прибор "Кольцо и шар" и залить воду с температурой 5°С в стакан прибора. Образцы выдержать не менее 15 мин.

4. Вынуть прибор из стакана, уложить по центру каждого кольца стальной шарик диаметром 9,53 мм и массой 3,5 г и опустить прибор в стакан.

5. Подогреть воду в стакане со скоростью 5°С в минуту.

6. Отметить температуру, при которой битум под воздействием шарика вытечет из кольца и коснется нижней пластины прибора.

4. Влияния добавки ПАВ на прочность сцепления битума с каменными материалами

Адгезия битума – это прочность его прилипания к каменным материалам. Показателем интенсивности прилипания является способность битума удерживаться на поверхности каменного материала после воздействия на него кипящей воды в течение определенного времени.

В соответствии с ГОСТом определяют сцепление битума с мрамором или песком.

Порядок испытаний

1. Выбранный каменный материал крупностью до 2 мм промыть и высушить в течение 2 ч при температуре 105°С.

2. Отвесить в чашку 30 г мрамора или песка, 1,2 г испытуемого битума.

3. Поместить чашку в термостат на 20 мин при температуре 100...120°С.

1	2	3	4	5	6	7	8
Битум с полимерной добавкой							
Битум с добавкой ПАВ							

Делается вывод о влиянии добавки на свойства битума и прогнозируются свойства асфальтобетона с применением модифицированного битума.

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой молекулы ПАВ?
2. Объясните механизм улучшения сцепления битума с поверхностью минеральных материалов при введении ПАВ.
3. На какие свойства битума оказывают влияние добавки ПАВ?
4. Что такое полимерные добавки, какое влияние они оказывают на свойства битума?

Лабораторная работа № 2

Влияние суперпластификатора (С-3) на подвижность цементно-песчаной смеси и прочность мелкозернистого бетона

Цель работы: установить влияние суперпластификатора на подвижность цементно-песчаной смеси, подобрать В/Ц смеси с добавкой, соответствующее нормальной консистенции, выявить влияние суперпластификатора на прочность мелкозернистого бетона.

Аппаратура и материалы: весы технические, чаша и лопатка для приготовления цементно-песчаной смеси, конус с насадкой, встряхивающий столик, металлические разъемные формы размером

40x40x160мм, лабораторная виброплощадка, гидравлический пресс, цемент, песок для строительных работ, вода, суперпластификатор С-3.

Основные понятия

Для регулирования и улучшения свойств растворных и бетонных смесей, строительных растворов и бетонов, снижения расхода цемента и энергетических затрат применяют химические добавки, в частности, органические поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Так как прочность растворов и бетонов зависит от водоцементного отношения, то для получения материалов и изделий высокой прочности используют пластифицирующие добавки, с помощью которых можно уменьшить В/Ц и повысить прочность на 10-15% или сократить расход цемента на 8-10%.

Пластифицирующим эффектом обладают гидрофилизующие и гидрофобизирующие (или гидрофобно-пластифицирующие) добавки. К техническим представителям гидрофилизующих добавок относятся: сульфитно-спиртовая барда (ССБ), сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ), некоторые эфиры. Молекулы этих веществ содержат значительное число функциональных групп разной полярности и углеводородные радикалы. При адсорбции чаще всего только одна полярная группа обращена в сторону твердой фазы (цемента), а остальные полярные группы и углеводородные радикалы обращены наружу. Поэтому, на этих полярных группах за счет действия ван-дер-ваальсовых сил удерживаются достаточно толстые слои воды. Эти слои создают гидродинамическую смазку между зернами цемента, обеспечивающую снижение коэффициента внутреннего трения, и происходит пластификация бетонной или растворной смеси.

Молекулы гидрофобно-пластифицирующих добавок имеют дифильное строение, при адсорбции они закономерно ориентируются: полярная группа молекул прочно связывается с поверхностью цементных частиц и продуктов гидратации часто не только физически, но и химически, а углеводородные радикалы обращены наружу, поэтому на поверхности частиц цемента и часто заполнителя создаются тонкие водоотталкивающие слои.

Пластифицирующий эффект этих добавок особенно ярко проявляется при механических воздействиях (вибрировании).

Представители гидрофобно-пластифицирующих добавок: кремнийорганические жидкости (ГКЖ-94), кубовые остатки высокомолекулярных жирных кислот, мылонафт, асидол и др.

Особое место в технологии бетона занимают добавки, которые из-за ярко выраженного пластифицирующего эффекта получили название суперпластификаторов (СП). Наиболее часто используется

суперпластификатор С-3 – продукт конденсации нафталинсульфокислоты с формальдегидом.

При введении суперпластификатора в бетонную смесь на поверхности цементных зерен (в первую очередь на быстро гидратированных – C_3A и гипса) образуется утолщенная по сравнению с ПАВ пленка со значительным отрицательным потенциалом. Механизм их пластифицирующего действия объясняется дефлокулирующим и, главным образом, "смазочным" действием комплексов крупных молекул, содержащихся в добавке.

Суперпластификаторы вводят в бетонные смеси в виде водных растворов из расчета содержания сухого вещества добавки в количестве 0,2-1,0 мас. % цемента. При использовании СП подвижность бетонных смесей увеличивается с 4...6 см до 20 см осадки конуса без снижения прочности бетона при сжатии. Возможно сокращение расхода цемента до 20% и значительное повышение прочности. Упрощается также технология формования изделий, уменьшается температура и время тепловлажностной обработки.

Ход работы

1. Влияние добавки С-3 на подвижность цементно-песчаной смеси

Подвижность цементно-песчаной смеси (при Ц:П = 1:3) определяется по распылу стандартного конуса после 30 встряхиваний на встряхивающем столике. Нормальной консистенцией смеси считается такая, которая соответствует распылу конуса, равному 106...115 мм.

Сначала подбирается водо-цементное отношение для смеси без добавки, при котором распыл конуса составляет 106...115 мм. Затем вводится добавка в количествах 0,5...0,9 мас. % цемента и фиксируется увеличение подвижности цементно-песчаной смеси по распылу конуса.

Расчет количества добавки производится следующим образом.

Исходя из того, что добавка представляет собой водный раствор 30-33% концентрации и вводится в растворные и бетонные смеси в количестве 0,5...1,2 мас. % цемента в пересчете на сухое вещество, рассчитывают количество раствора суперпластификатора в миллиметрах, необходимое для введения в цементно-песчаную смесь. Для этого определяют ареометром плотность раствора суперпластификатора и по таблице (приложение 1) – его концентрацию.

Например, плотность раствора С-3 равна 1,15 г/см³, значит, его концентрация – 31%, т.е. в каждых 100 г раствора суперпластификатора содержится 31 г сухого вещества.

Далее, исходя из количества цемента, необходимого для определения подвижности цементно-песчаной смеси, рассчитывают количество

раствора С-3 (сначала в граммах, а затем в миллилитрах), которое надо ввести в воду затворения, чтобы в пересчете на сухое вещество это составляло 0,5 и 0,7%.

Например, надо добавить 0,5% С-3 в пересчете на сухое вещество по отношению к массе цемента. Это значит, что на каждые 100 г цемента необходимо ввести 0,5 г сухой добавки, а так как мы имеем 31%-ный раствор, то его потребуется:

$$m = \frac{0,5 \cdot 100}{31} = 1,61 \text{ г.}$$

Зная плотность раствора добавки, можно рассчитать его объем:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1,61}{1,15} = 1,4 \text{ мл.}$$

Следовательно, на каждые 100 г цемента надо ввести в воду затворения 1,4мл раствора С-3 31%-ной концентрации, уменьшив соответственно, количество воды на 1,4мл.

Аналогично производится расчет, если количество добавки должно быть 0,7 и 0,9% и т.д.

Результаты опытов по изменению подвижности цементно-песчаной смеси при использовании суперпластификатора заносятся в табл. 2.

Таблица 2

Количество С-3, %	0	0,5	0,7	0,9
Расплыв конуса, мм				

Делается вывод о влиянии суперпластификатора на подвижность цементно-песчаной смеси.

2. Подбор водоцементного отношения с добавками при одинаковой подвижности цементно-песчаной смеси

Известно, что повышение подвижности смеси в результате введения добавок даёт возможность уменьшить В/Ц, что может привести к увеличению прочности бетона.

Необходимо опытным путём подобрать такое количество воды и, соответственно В/Ц при введении добавки, которое обеспечивало бы одинаковую подвижность с бездобавочной смесью.

Опыты проводятся с одной концентрацией добавки, например, 0,7% и постепенным уменьшением количества воды (В/Ц) до тех пор, пока расплыв конуса смеси с добавкой будет равен его величине без добавки (в пределах 106 ... 115 мм).

Результаты опытов заносятся в табл. 3.

Таблица 3

Количество С-3, %	0	0,7	0,7	0,7	0,7
Количество воды затворения, мл					
В/Ц					
Распływ конуса, мм					

Делается вывод о возможности уменьшения В/Ц при введении суперпластификатора в цементно-песчаную смесь.

3. Влияние суперпластификатора на прочность мелкозернистого бетона

Пределы прочности при изгибе и сжатии определяются на образцах-балочках 40 x 40 x 160 мм через 7 и 28 сут. Образцы-балочки формируются по стандартной методике.

Для исследования влияния С-3 на прочность мелкозернистого бетона производится расчёт компонентов смеси и формируются образцы из смеси трёх составов:

- 1) без добавки;
- 2) с 0,7 % С-3 без уменьшения В/Ц;
- 3) с 0,7 % С-3 с уменьшением В/Ц до одинаковой подвижности с бездобавочной смесью.

Результаты испытаний образцов заносятся в табл. 4 и делаются выводы о влиянии суперпластификатора на прочность бетона.

Таблица 4

Составы	7 сут		28 сут	
	R _{изг} , МПа	R _{сж} , МПа	R _{изг} , МПа	R _{сж} , МПа
Без добавки с В/Ц =				
С добавкой без уменьшения В/Ц (В/Ц =)				
С добавкой при одинаковой подвижности (В/Ц =)				

Делаются общие выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Объяснить механизм действия гидрофобнопластифицирующих добавок?
2. Как действуют на цементные системы гидрофилизующие добавки?
3. За счёт чего увеличивается подвижность смеси при введении в нее суперпластификатора?
4. Почему суперпластификатор лучше вводить не с водой затворения, а после смачивания ею частиц цемента?

Лабораторная работа № 3

Испытания битумных дорожных эмульсий

Цель работы: определить основные показатели двух дорожных битумных эмульсий и сделать вывод о целесообразности использования каждой из них.

Аппаратура и материалы: 1) весы технические, чашка, мерный цилиндр, секундомер, стеклянная палочка, цемент, битумная эмульсия; 2) электрическая плитка; 3) щебень, песок, минеральный порошок, вода; 4) вискозиметр; 5) щелочь или кислота, сито с сеткой № 0,14, сосуд вместимостью 2 л, стеклянный стакан, эксикатор; 6) гранитный или известковый щебень фракции 20-40, нитки, штатив, дистиллированная вода.

Основные понятия

Эмульсиями называются дисперсные системы, в которых одна жидкость (фаза) в виде мельчайших капель размером 0,1 мкм диспергирована (раздроблена) в другой жидкости (среда), не смешивающейся с ней. Одна из фаз эмульсии – вода, другая – битум. Вода и битум могут образовывать эмульсии двух типов (рис. 1). Первый тип: вода – дисперсионная среда, а битум – дисперсная фаза, раздробленная в воде в виде отдельных капелек. Такие эмульсии называются прямыми. Второй тип: вода – дисперсная фаза, содержащаяся в виде отдельных капелек в битуме. Эти эмульсии обратные. Дорожные битумные эмульсии представляют собой жидкости темно-коричневого цвета, получаемые путем

диспергирования битума в водном растворе эмульгатора или щелочного вещества.

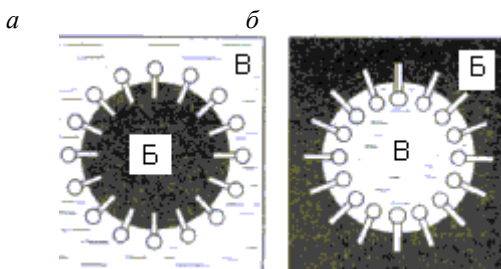


Рис. 1. Стабилизация эмульсий: *а* - прямых, *б* - обратных
Б – битум; В – вода

Образование и устойчивость эмульсии достигается путем ведения в нее специальных эмульгаторов – поверхностно-активных веществ (ПАВ) или тонкодисперсных твердых порошков. По виду ПАВ, используемых в качестве эмульгатора, эмульсии подразделяются на анионные (ЭБА) и катионные (ЭБК).

ПАВ, молекулы которых состоят из полярной и неполярной частей, ориентируются на границе раздела битум – вода таким образом, что неполярной частью они обращены к битуму, а полярной - к воде. Из-за такого расположения ПАВ создается слой, который уравнивает разность полярности битума (фазы) и воды (среды), снижает поверхностное натяжение на границе их раздела. В процессе диссоциации полярной группы ПАВ частица фазы приобретает электрический заряд. Эмульсионная капля, стабилизированная анионоактивным ПАВ, имеет отрицательный заряд (рис. 2, а) и катионоактивными – положительный (рис. 2, б). Одноименно заряженные частицы фазы отталкиваются, что препятствует их слипанию и обуславливает большую устойчивость эмульсии.

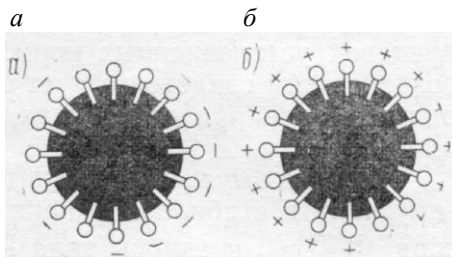


Рис. 2. Эмульсионная капля, стабилизированная ПАВ: *а* – анионоактивным, *б* – катионоактивным

По смесиваемости с минеральными материалами каждый вид эмульсии подразделяется на три класса: анионные – ЭБА-1, ЭБА-2, ЭБА-3; катионные – ЭБК-1, ЭБК-2, ЭБК-3. Смесиваемость косвенно характеризует склонность эмульсии к распаду. Распад эмульсии на минеральном материале наступает у различных эмульсий через различные промежутки времени. В зависимости от этого показателя их разделяют на быстрораспадающиеся и медленнораспадающиеся, также есть эмульсии со средней скоростью распада. Быстрораспадающиеся эмульсии применяют при способах поверхностной обработки, пропитки и подгрунтовки, медленнораспадающиеся – при смешении. Анионные эмульсии быстро распадаются на основных каменных материалах (известняках, доломитах и т.д). В отличие от анионных эмульсий, которые с кислыми породами минеральных материалов химически не взаимодействуют, катионные проявляют способность к химическому взаимодействию со всеми минеральными материалами, хотя и с различной скоростью.

Ход работы

Перед испытаниями каждую пробу эмульсии перемешивают и процеживают через сито № 1,25, смоченное 1%-ным раствором едкого натра (для анионных эмульсий). Температура эмульсий при испытаниях должна быть $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

1. Скорость распада эмульсии

Определяется при контакте с цементом. Показателем скорости распада эмульсии является время в минутах, в течение которого эмульсия распадается.

Порядок испытаний

1. В сухую чашку отвесить 100 г эмульсии, в цилиндр высыпать без уплотнения цемент, занимающий объем 50 мл.

2. Включить секундомер, добавить цемент в эмульсию со скоростью 5 мл в минуту из расчета ведения всей нормы цемента в течение 10 мин. Образующуюся смесь непрерывно помешивать стеклянной палочкой.

3. Прекратить перемешивание смеси и выключить секундомер в момент распада эмульсии, устанавливаемый визуально по образованию из смеси комка.

4. За показатель распада эмульсии принимается время (в минутах ± 5 мин) от начала введения цемента до момента образования комка.

Результаты заносятся в табл. 5.

2. Содержание битума в эмульсии

Этот показатель характеризует ее качество и соответствие рецепту.

Порядок испытаний

1. В предварительно взвешенную фарфоровую чашку со стеклянной палочкой налить 30 г эмульсии.

2. Поместить чашку с эмульсией на плиту, и постоянно помешивая удалить из нее воду.

3. Эмульсию охладить и взвесить.

4. Содержание битума с эмульгатором (в процентах) определить по формуле

$$((c - a) + 100)/(v - a),$$

где a – масса чашки с палочкой, г; v – масса чашки с палочкой и эмульсией, г; c – масса чашки с палочкой и остатком после выпаривания воды из эмульсии, г.

3. Определение смешиваемости эмульсии с минеральными материалами

Испытание заключается в визуальном определении способности эмульсии образовывать равномерную пленку вяжущего на зернах плотного и пористого минерального материала.

Порядок испытаний

1. Высушить минеральные материалы и готовить минеральную смесь следующего состава, г: щебень - 270, песок - 200, минеральный порошок - 30. Смесь увлажнить 15 мл воды и перемешать, затем при непрерывном перемешивании залить 55 мл эмульсии в течение 45 с.

2. Провести визуальную оценку смешиваемости. Эмульсия выдержала испытание, если она распределилась равномерной сплошной пленкой на всех зернах минерального материала. В этом случае ее относят к классу 3. Если зерна минерального материала покрыты слоем битума неравномерно, считают, что эмульсия не смешивается с минеральными материалами плотного состава, и ее испытывают на смешиваемость с минеральными материалами пористого зернового состава.

3. Приготовить смесь из материалов пористого зернового состава: щебень 325 г и 175 г песка. Эту смесь увлажнить 10 мл воды и при постоянном помешивании влить в смесь 45 мл эмульсии. После перемешивания в течение 45 с визуальным образом оценить результаты смешивания.

Если эмульсия распределилась равномерно, то ее относят к классу 2. Если эмульсия не распределилась равномерно и на смеси пористого зернового состава, ее относят к классу 1.

4. Определение условной вязкости

Показателем условной вязкости считается время истечения 50 мл эмульсии сквозь отверстие диаметром 3 мм при температуре $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Порядок испытаний

1. Установить в вискозиметр латунный вкладыш с требуемым диаметром сточного отверстия и закрыть его шариковым клапаном.
2. Баню вискозиметра заполнить водой температурой 20°C .
3. Поставить под сточное отверстие вискозиметра измерительный цилиндр объемом 100 мл. Эмульсию температурой $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ налить в цилиндр вискозиметра так, чтобы его уровень доходил до половины диаметра бокового штифта шарикового клапана.
4. Поднять шариковый клапан и повесить его на край цилиндра. Когда уровень вытекающей из вискозиметра в мерный цилиндр эмульсии достигнет метки 25 мл, включить секундомер и в момент достижения уровня 75 мл выключить его.

5. Определение однородности

Находится по остатку битума на сетке № 0,14 после процеживания и выражается в процентах от массы эмульсии.

Порядок испытаний

1. Приготовить 1%-ный раствор щелочи или кислоты.
 2. Сито с сеткой № 0,14 взвесить (q_1) и смочить раствором щелочи или кислоты.
 3. Сито поставить в воронку и под воронку поместить сосуд вместимостью не менее 2 л.
 4. В стеклянный сосуд отвесить 200 г эмульсии (q_2).
 5. Навеску эмульсии процедить через сито и одновременно вливать на сито раствор щелочи или кислоты.
 6. Стакан промыть раствором щелочи или кислоты, сливая его на сито. Остатки на сите промыть раствором щелочи или кислоты. Сито ставят на чашку, сушат при $105\text{...}110^{\circ}\text{C}$, охлаждают в эксикаторе и взвешивают (q_3).
- Однородность устанавливают по остатку на сите, %:

$$X = \frac{q_3 - q_1}{q_2} \cdot 100,$$

6. Определение сцепления эмульсии с минеральными материалами

Сцепление оценивают визуально по величине поверхности щебенки, на которой сохранилась пленка вяжущего после кипячения щебенки, обработанной битумной эмульсией.

Порядок испытаний

1. Гранитный щебень фракции 20-40 мм массой 1 кг при испытании катионных эмульсий и известкового щебня при испытании анионных эмульсий промыть и просушить, после чего распределить на листе бумаги, поделить линейкой на шесть квадратов и из каждого квадрата взять по одной щебенке. Каждую щебенку обвязать ниткой, окунуть в воду и сразу после этого погрузить в эмульсию, затем на сутки оставить на штативе.

2. стакан с дистиллированной водой нагреть до 100°C, не допуская бурного кипения, поочередно опустить каждую из шести щебенки на 30 мин в кипящую воду.

Если по визуальной оценке не менее 75% поверхности щебенки при испытании анионной эмульсии и не менее 95% при испытании катионной эмульсии покрыто битумной пленкой, то эмульсию считают выдержавшей испытание.

Результаты испытаний эмульсии заносятся в сводную таблицу.

Таблица 5

Материал	Свойства битумной эмульсии					
	время распада, мин.	Содержание битума, %	класс по смешиваемости с минеральным материалом	условная вязкость, с	Однородность, %	сцепление с минеральным материалом
Эмульсия I						
Эмульсия II						

Делаются выводы о качестве эмульсий и о целесообразности использования каждой по определенному назначению.

Контрольные вопросы

1. Что такое битумная эмульсия?
2. Как ориентируются молекулы ПАВ при образовании прямой и обратной эмульсии?
3. В чем заключается стабилизация эмульсий?
4. Объяснить механизм распада битумной эмульсии на поверхности минеральных материалов.
5. В каких случаях целесообразно использовать быстрораспадающуюся эмульсию, а в каких – медленнораспадающуюся?

Библиографический список

1. Дорожно-строительные материалы: Учеб. для вузов / И.М. Грушко, И.В. Королев, И.М. Борщ, Г.М. Мищенко.–М.: Транспорт, 1991.– 357 с.
2. Гридчин, А.М. Основы физико-химической механики строительных композитов: учебное пособие /А.М. Гридчин, М.М. Косухин, В.В. Ядыкина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 289 с.
3. Слюсарь, А.А. Основы коллоидной химии и физико-химической механики: учеб. пособие для студентов специальности 270106 / А. А. Слюсарь. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. – 143 с.
4. Фролов, Ю.Г. Коллоидная химия: поверхностные явления и дисперсные системы: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2004. – 462 с.
5. *Кучма М.И.* Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве.– М.: Транспорт, 1980 – 191 с.
6. ГОСТ 22245-90*. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия (Изм. № 1, 1997). – Введен 01.01.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

Зависимость концентрация-плотность для суперпластификатора С-3

Концентрация	Плотность
0	1.0
5	1.02
9	1.04
17	1.08
20	1.09
23	1.11
26	1.12
29	1.14
31	1.15
33	1.16
35	1.18
39	1.20
41	1.21
43	1.23

Учебное издание

Основы физико-химической механики

Методические указания

к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 270205.65 - Автомобильные дороги
и аэродромы

Составители: Ядыкина Валентина Васильевна
Высоцкая Марина Алексеевна

Подписано в печать Формат 60x84/16. Усл.печ.л. 1,2. Уч-изд.л. 1,3.
Тираж экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46