

Министерство образования науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

Кафедра автомобильные дороги

СТРОИТЕЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
«Органические дорожно-строительные материалы»

Факультет инженерно-строительный

Специальность 271502 «Строительство, эксплуатация и техническое
прикрытие автомобильных дорог»

Направление 08.03.01 – «Строительство»

Профиль Автомобильные дороги и аэродромы

Вологда
2014

УДК 625.08 (07)

Строительные материалы: методические указания к выполнению лабораторных работ «Органические дорожно-строительные материалы». – Вологда: ВоГУ, 2014. – 23 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ имеют цель изучение свойств органических вяжущих и методов их испытания.

В данных методических указаниях включены базовые теоретические основы, описание методики проведения опытов по изучению свойств органических вяжущих, общие методические указания по подготовке и прохождению лабораторных занятий, указания по технике безопасности при работе в лаборатории, вопросы по самоконтролю и представлен библиографический список.

Методические указания предназначены для студентов строительных специальностей, направления бакалавриата «Строительство» и магистрантов для выполнения научных исследований очной и заочной формы обучения

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составители: Шорин В.А., д-р хим. наук, профессор
Мясникова С.А., канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Плотникова О.С. канд. техн. наук, доцент

ВВЕДЕНИЕ

Целью методических указаний является изучение основных свойств органических вяжущих, ознакомление с требованиями ГОСТ по данным материалам и методам их испытания и получение навыков в лабораторных испытаниях строительных материалов.

В лабораторный практикум входят следующие работы:

1. Определение адгезионных свойств вязких нефтяных битумов методом А - пассивного сцепления.
2. Определение адгезионных свойств вязких нефтяных битумов методом Б - активного сцепления.
3. Определение адгезионных свойств вязких нефтяных битума к щебню крупнее 10 мм.
4. Определение сцепления пленки органического вяжущего (эмульсии) с минеральными материалами.

Общие методические указания по подготовке и прохождению лабораторных занятий

1. Лабораторные работы проводят побригадно (2 - 3 студента в бригаде). За каждой бригадой закрепляется рабочее место.
2. Перед выполнением очередной лабораторной работы студент обязан изучить теоретический раздел данной темы и ознакомиться с методами испытаний.
3. Во время прохождения лабораторных занятий студент обязан:
 - ответить на вопросы преподавателя, проявив свою готовность к выполнению работы;
 - получить журнал лабораторных работ;
 - получить вводный инструктаж преподавателя;
 - приступить к выполнению лабораторной работы;
 - все записи и вычисления вести по ходу выполнения работы только в лабораторном журнале (черновые записи помимо журнала не допускаются.);
 - бережно относиться к приборам и оборудованию;
 - на своих рабочих местах соблюдать чистоту и порядок;
 - за 10 минут до окончания занятия сдать рабочее место лаборанту с отметкой в лабораторном журнале и зачесть работу у преподавателя.
4. Основной формой отчетности студента при выполнении лабораторной работы является журнал лабораторных работ, который представляет собой тетрадь в 48 листов и оформляется для каждой работы, которые имеются в лаборатории. Журнал за пределы лаборатории не выносится.

Указания по технике безопасности при работе в лаборатории

1. Во время лабораторных работ студент обязан:

- работы проводить в халате, застегнутом на все пуговицы;
- проводить работы только в закрепленных за ним местах;
- перед выполнением очередного испытания ознакомиться с принципом работы прибора и оборудования.

2. При проведении лабораторных работ запрещается:

- включать и работать на оборудовании, не относящемся к проводимой лабораторной работе;
- самостоятельно работать с приборами, работающими под напряжением;
- пользоваться без ведома преподавателя неизвестными химическими реактивами;
- курить и пользоваться открытым огнем.

3. Перед началом работы получить дополнительный инструктаж преподавателя.

4. При получении травм студент обязан сразу обратиться к преподавателю.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Межмолекулярные взаимодействия в дисперсных системах делятся на два типа: взаимодействия между фазами – **АДГЕЗИЯ**, взаимодействия внутри фаз - **КОГЕЗИЯ**.

1. АДГЕЗИЯ

Адгезия - взаимодействие (сцепление) органических вяжущих с каменными материалами, т.е. способность одного материала прилипнуть к поверхности другого за счет появления и развития молекулярных связей в зоне их контакта [8, 9].

Силы, действующие между молекулами, находящимися в разных фазах, называются силами адгезии (прилипания) или просто адгезией. Межфазное взаимодействие или взаимодействие между контактирующими поверхностями конденсированных фаз разной природы называется адгезией. Адгезия обеспечивает между двумя телами соединение определенной прочности благодаря физическим и химическим межмолекулярным силам. Различают адгезию между двумя жидкостями, между жидкостью и твердым телом и между двумя твердыми телами.

В зависимости от природы взаимодействующих тел и условий адгезии различают следующие механизмы ее протекания:

а) механическая адгезия осуществляется путем затекания в поры и трещины поверхности твердого тела жидкого связующего вещества, которое затем затвердевает, обеспечивая механическое зацепление с твердым телом;

б) адсорбционная или молекулярная адгезия протекает благодаря Ван-Дер-Вальсовым силам и водородным связям; для такой адгезии приложимо правило сходства вещества по полярности: чем ближе по полярности твердое вещество и связующее, тем более прочен контакт между ними;

в) электрическая теория адгезии связывает ее с возникновением двойного электрического слоя между поверхностью твердого вещества и связующего;

г) диффузионный механизм предусматривает взаимное проникновение атомов и молекул в поверхностные слои взаимодействующих фаз. Процесс диффузии как бы размывает границу раздела фаз и приводит к их взаимному растворению в местах контакта.

Если рассмотреть прилипание (адгезию) с общей точки зрения, можно определить, что оно представляет собой усилие, которое необходимо приложить к единице поверхности вяжущего, чтобы оторвать его основы, т.е. адгезия является напряжением или давлением.

Адгезия битума к каменным материалам характеризуется также поверхностным натяжением на границе их раздела и представляет собой работу, затрачиваемую на отделение битума от каменного материала.

В других системах адгезию оценивают в граммах на 1 мм^2 , или в общем для всех систем — в единицах силы на единицу поверхности.

В физическом смысле прилипание (адгезия) — способность вяжущего, обволакивающего частицу минерального материала, оказывать сопротивление смещению или отрыву под действием внешних усилий.

Поскольку прилипание находится в зависимости от явлений, связанных с соприкосновением нескольких тел, существует тесная зависимость между прилипанием и смачиванием.

Наилучшее возможное сцепление между двумя веществами, обладающими определенными свойствами, достигается тогда, когда их поверхности наиболее тесно соприкасаются друг с другом; это условие находит полное осуществление, когда одна из поверхностей твердая, а другая — жидкая.

Способность жидкости смачивать твердое тело зависит, с одной стороны, от ее вязкости и, с другой — от поверхностного натяжения, так же как от угла соприкосновения с твердым телом. Поверхностное натяжение заставляет жидкость занимать наименьшую поверхность; практически поверхностное натяжение измеряют на границе раздела с воздухом.

С практической точки зрения прилипание вяжущего к минеральному материалу можно рассматривать, как способность пленки вяжущего оказывать сопротивление смещению под действием воды. В этом смысле способность вяжущего к адгезии будет тем выше, чем больше его энергия сцепления с минеральным материалом, выше вязкость и толще слой вяжущего, обволакивающего частицы минерального материала.

Способность вяжущих прилипать к минеральным материалам имеет первостепенное значение в дорожном строительстве.

Если жидкость полностью смачивает твердое тело, поверхность соприкосновения твердое тело-воздух исчезает, и вместо нее возникает поверхности соприкосновения твердое тело - жидкость и жидкость - воздух.

Вяжущие, имеющие действительное сцепление с минеральным материалом, нельзя оторвать механическим усилием, его вытягивают и разделяют, но не отрывают. Если в результате какого-то усилия достигается действительный отрыв вяжущего от минерального материала, это означает, что вяжущее не имело сцепления с данным материалом.

Многие покрытия получают повреждения в результате того, что адгезия вяжущего к минеральному материалу бывает ниже, чем у воды. Вода может (как правило, так и происходит в природе) вытеснить вяжущее и смочить минеральный материал. Это объясняется тем, что энергия смачивания воды обычно выше энергии смачивания этого минерального материала вяжущим. Поэтому, как только воде удастся вступить в контакт с обнаженной поверхностью минерального материала в какой-то точке, например, в местах разрыва или нарушения пленки, происходит смещение вяжущего. Прилипание вяжущего к минеральному материалу – способность пленки вяжущего оказывать сопротивление смещению под действием воды. Адгезия вяжущего будет тем выше, чем больше его энергия сцепления с минеральным материалом, выше вязкость и толще слой вяжущего, обволакивающего частицы минерального материала. Благодаря вязкости и созданию вокруг частиц минерального материала слоя вяжущего определенной толщины, вяжущее способно продолжительное время оказывать сопротивление нарушению обволакивания.

Смачивание минерального материала вяжущим как необходимое условие прилипания обязательно предполагает сродство, для того чтобы произошел контакт двух тел.

Благодаря вязкости и созданию вокруг частиц минерального материала слоя вяжущего определенной толщины, вяжущее способно продолжительное время оказывать сопротивление нарушению обволакивания. Поэтому, когда обволакивание уже осуществлено, вяжущее должно как можно быстрее приобрести максимальную вязкость, чтобы избежать смещения водой и превращения в крупнодисперсную эмульсию под действием движения в присутствии воды. Смочить минеральный материал и прилипнуть к нему вяжущее сможет только с помощью специальных добавок или активаторов.

Исходя из условий работы дорожных покрытий, наиболее характерной является устойчивость битумных слоев на минеральных частицах в присутствии воды. Поэтому большинство предложенных методов основывается на оценке смещения битумных слоев под действием воды. В различных методах варьиру-

ется температура воды, продолжительность ее воздействия и другие условия испытания.

Различают две формы взаимодействия вяжущего с минеральным материалом:

а) в процессе смачивания взаимодействуют только вяжущее и минеральный материал, вода вводится позже;

б) вяжущее и минеральный материал вступают в соприкосновение в присутствии воды.

Адгезией битума характеризуют прочность прилипания к поверхности каменных материалов в зоне контакта. Качественно адгезия характеризуется степенью сцепления битумов с поверхностью основной или кислой породы. Показателем сцепления служит способность вязкого битума удерживаться на минеральной поверхности при воздействии воды (*пассивное сцепление*), или способность жидкого или вязкого битума взаимодействовать с поверхностью каменного материала в присутствии воды (*активное сцепление*) [7, 8].

Пассивное сцепление характеризует способность битума противостоять отслоению его от минеральной поверхности, а активное сцепление свидетельствует о способности битума приклеиваться к такой поверхности.

В любом случае вяжущее занимает преимущественное положение, связанное с тем, что оно вступает в контакт первым, даже если энергия смачивания материала водой выше соответствующей энергии вяжущего.

При измельчении каменных материалов образуется сложное электрическое поле. Основные карбонатные породы (известняки, доломиты) имеют положительный заряд, кислые (гранит, кварц) – отрицательный. В сложном составе битума преобладают анионоактивные вещества. С точки зрения электростатической теории адгезии, хорошее сцепление битума с основными породами объясняется разноименными зарядами поверхности каменного материала и битума, плохое – с одноименными кислыми. Сродство катионов с анионами вызывает нормальную связь вяжущего с минеральным материалом благодаря подвижности молекул вяжущего. Такая связь происходит даже в присутствии воды, если анионы и катионы достаточно многочисленны, и сродство анионов воды с катионами минерального материала выше, чем сродство анионов воды с катионами, находящимися на поверхности минерального материала [9, 13, 16].

Для улучшения сцепления битумов с минеральными материалами применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ).

2. КОГЕЗИЯ

Силы, действующие между молекулами внутри фазы, называются силами когезии (слипания) или просто **когезией** [7, 8, 10].

Когезия определяет существование веществ в конденсированном состоянии и обусловлена межмолекулярными и межатомными взаимодействиями различной природы.

Когезия (внутреннее сцепление) характеризует разрыв вяжущего под действием различных усилий в самой его массе. Такой разрыв противопоставляется адгезии — отрыву вяжущего от минеральных материалов, которые оно должно склеивать. Главным образом когезия характеризует прочность органического вяжущего на разрыв при сдвиге или растяжении в условиях определенной скорости деформации или нагрузки. Это свойство сопоставлено с адгезией и так же, как и адгезия, зависит от природы вещества и температуры.

К оценке когезии битума близки испытания на предел прочности, на изгиб, на разрыв и раздробление. Когезию рассчитывают по зависимости деформации сдвига тонкого слоя битума от продолжительности приложения нагрузки. Определяют ее на сдвиговом **когезиометре**, состоящем из шлифованных и притертых попарно пластинок из нержавеющей стали, термостата на 120 – 130°C и устройства для подачи воды.

Следует отметить, что с уменьшением концентрации парафинов в исходной нефти когезия с увеличением вязкости битумов значительно повышается за счет увеличения в вяжущем суммы смол и асфальтенов. Бициклические ароматические соединения обладают малой когезией, около $0,3 \text{ кг/см}^2$ ($2,94 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2$), однако она повышается с повышением ароматичности. Асфальтены повышают когезию, но прямая зависимость в этом случае отсутствует. При почти одинаковом содержании асфальтенов общий объем коагуляционных структур асфальтенов тем больше, чем ниже ароматичность среды. Повышение содержания ароматических соединений сопровождается образованием мицелл и структурных сеток, что вызывает увеличение когезии.

Аналогично вязкости с повышением когезии битума увеличиваются его прочностные свойства, поэтому желательно, чтобы, при прочих равных показателях свойств, когезия битума была максимальной.

Одновременно с когезией вяжущего, например битума, необходимо рассматривать его деформируемость в определенных условиях. Поэтому когезию, зависящую от вязкости, изучают с точки зрения растяжимости [9].

3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЯЖУЩЕГО С КАМЕННЫМ МАТЕРИАЛОМ

Образование пленок начинается с объединения битума с частицами минерального наполнителя и заканчивается при укладке, уплотнении и остывании. На прочность и долговечность влияет степень обволакивания зерен минерального материала битумной пленкой. При недостатке битума вследствие проникновения воды битумная пленка отслаивается. Формирование пленки обуславливается хорошим смачиванием битумом минерального компонента. Первой стадией физического и химического взаимодействия битума с поверхностью частиц минерального наполнителя является смачивание частиц битумом.

Под взаимодействием битума и минеральных материалов понимается весь комплекс процессов, происходящих при длительном контакте этих материалов. К ним относятся: физические процессы на границе раздела битум-минеральный материал; хемосорбционные процессы, фильтрация битума и его компонентов внутрь минеральных зерен [9, 12, 13].

Физическое взаимодействие битума с минеральными материалами обусловлено способностью вяжущего адсорбироваться на поверхности минеральных зерен. В результате формируются адсорбционные слои (слои повышенной концентрации высокомолекулярных составляющих битума). Наряду с адсорбционным взаимодействием, на границе битум – минеральный материал проявляют свое действие межмолекулярные силы минерального материала. Это дальнедействующие поверхностные силы, действие которых распространяется на несколько микрон. Битум, попадая в зону их действия, претерпевает структурные изменения. Высокомолекулярные соединения битума, проявляя «эстафетное действие», образуют цепочки, перпендикулярные к поверхности минеральных зерен. Наибольшую прочность имеют звенья цепочки у поверхности зерен (ориентированный слой битума). По мере удаления от зерна прочность связи падает, вяжущее приобретает свойства объемного (свободного) битума.

В ориентированном слое битума выделяют три зоны с характерными структурой и свойствами: твердообразную, структурированную и диффузную.

- Твердообразная зона, граничащая с поверхностью минерального материала, представляет адсорбционный слой, предельно насыщенный асфальтенами. Минеральные зерна, покрытые пленкой, между собой не слипаются, так как пленка не обладает клеящей способностью. Толщина твердообразной зоны на минеральных зернах не превышает долей микрометра.

- Структурированная зона состоит из упорядоченно расположенных цепочек высокомолекулярных компонентов битума, ориентированных к минеральному зерну. Толщина зоны не превышает 1-2 мкм.

- Диффузная зона – переходная зона между ориентированным слоем и объемным битумом, представлена слабым упорядочением высокомолекулярной части битума, переходящей в объемный битум. В зависимости от природы и размера зерен, а также от содержания в битуме асфальтенов толщина ориентированного слоя может меняться от долей микрометра до нескольких микрометров. По мере приближения к поверхности минеральных материалов в связанном слое увеличивается содержание асфальтенов [9, 12, 13].

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ БИТУМА ПО МЕТОДУ А - «ПАССИВНОЕ» СЦЕПЛЕНИЕ

Цель работы: изучение адгезионных свойств вязких нефтяных битумов, методики определения адгезии битума и установления соответствия их по ГОСТ [1].

Метод А заключается в определении способности вязкого битума удерживаться на поверхности песка или мрамора, щебня или гравия при кипячении.

Аппаратура, реактивы и материалы:

- сита с отверстиями размером 2мм, 5 мм
- сито с металлической сеткой № 07;
- сетка металлическая № 025 или 05;
- минеральный материал (*песок, мрамор белый Коэлгинского или Прохоро-Баландинского месторождения, щебень, гравий*);
- ложка металлическая,
- термостойкий стакан;
- вода дистиллированная;
- бумага фильтровальная,
- шкаф сушильный с терморегулятором, поддерживающим температуру с погрешностью не более $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- плитка электрическая с закрытой спиралью;
- весы лабораторные класса точности 3;
- песчаная баня.

Подготовка материалов:

1. Измельчают минеральный материал и отсеивают через сита фракцию размером от 2 до 5 мм. Кусочки с полированной поверхностью отбрасывают.

2. Промывают подготовленные образцы минерального материала дистиллированной водой и сушат при $105 - 110^{\circ}\text{C}$, в течение 2 - 5 ч.

3. Перед испытанием обезвоживают образец битума осторожным нагреванием до 105°C при перемешивании стеклянной палочкой.

4. Процеживают битум, обезвоженный и расплавленный до подвижного состояния, через сито с сеткой № 07.

Проведение опыта:

1. Приготавливают битумоминеральную смесь:

- Взвешивают в две фарфоровые чашки по 30 г минерального материала с погрешностью не более 0,1 г и по 1,20 г испытуемого битума с погрешностью не более 0,01 г.

- Выдерживают чашки с битумоминеральной смесью в термостате при 130 - 140 °С в течение 20 мин.

- Вынимают чашки из термостата и перемешивают минеральный материал с битумом металлической ложкой до покрытия всей поверхности минерального материала.

- Выдерживают смесь при комнатной температуре в течение 20 мин.

2. На металлическую сетку № 025 или 05 с проволочными дужками выкладывают из одной чашки примерно половину подготовленной битумоминеральной смеси, распределяют ее равномерным слоем.

3. Опускают сетку в стакан с кипящей дистиллированной водой (высота слоя воды под сеткой и над смесью должна быть по 40 - 50 мм). Аналогичную операцию производят с битумоминеральной смесью из второй чашки.

3. Выдерживают сетки с испытуемыми образцами в кипящей воде в течение 30 мин. Кипение воды не должно быть бурным. Битум, отделившийся от смеси и всплывший на поверхность воды в процессе кипячения, снимают фильтровальной бумагой.

4. Переносят сетки с испытуемым образцами в стаканы с холодной водой сразу по окончании кипячения и выдерживают в течение 3 - 5 мин.

5. Переносят испытуемые образцы на фильтровальную бумагу.

Обработка результатов:

Битум считают выдержавшим испытание на "пассивное" сцепление с минеральным материалом, если после испытания сцепляемость с минеральным материалом не менее двух параллельных образцов и не хуже изображения на рис.3,4 соответствующего контрольного образца, номер которого указан в стандарте технических требований на дорожный битум. При оценке качества покрытия битумом пленка должна быть от светло-коричневого до черного цвета; не допускаются белые пятна при сравнении с образцом № 1.

Полученные значения заносят в таблицу 1 и сравнивают с требованиями ГОСТ [1]

Результаты опытов

№ Опыта	Вид минерального материала	Марка битума	Характеристики пленки битума на поверхности мин. материала	№ Контрольного образца	Площадь покрытия битумом, %

Заключение по испытанию битума:

На основании проведенного опыта сделать вывод, в котором дать краткую характеристику адгезионных свойств битума по полученным данным, указывая на все имеющиеся отклонения от этих требований. Дать общие рекомендации по использованию испытанного битума как вяжущего для дорожного строительства.

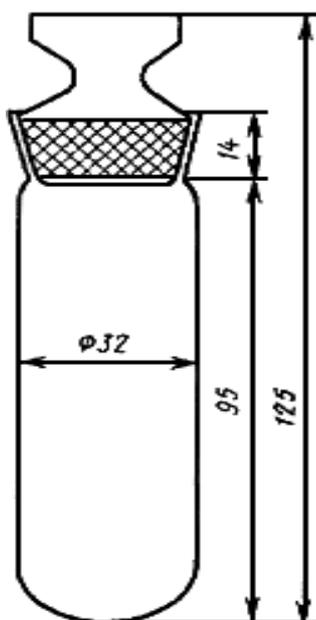
Лабораторная работа № 2**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ БИТУМА
ПО МЕТОДУ Б - «АКТИВНОЕ» СЦЕПЛЕНИЕ**

Цель работы: изучение адгезионных свойств вязких нефтяных битумов, методики определения адгезии битума и установления соответствия их ГОСТ [1].

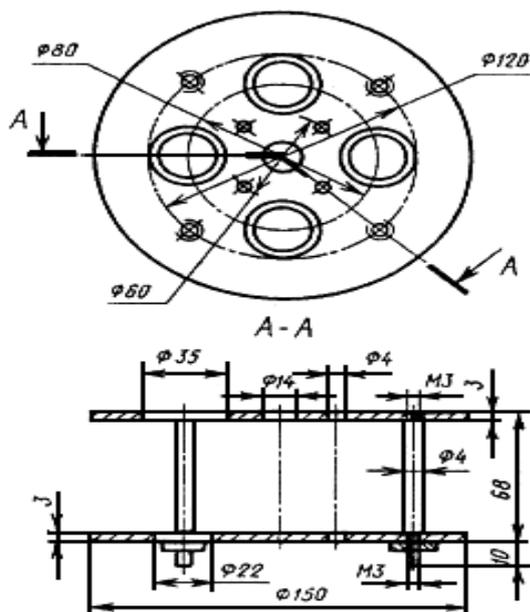
Метод Б предусматривает определение сцепления жидкого или вязкого битума с поверхностью песка или мрамора в присутствии воды [8],

Аппаратура, реактивы и материалы:

- сита металлические с отверстиями размером 2мм, 5 мм;
- ложка металлическая;
- вода дистиллированная;
- бумага фильтровальная;
- минеральный материал (*песок, мрамор белый Коэлгинского или Прохоро-Баландинского месторождения, щебень, гравий*);
- пробирки стеклянные с притертыми пробками (рис. 1);
- баня водяная (диаметр не менее 110 мм, высота не менее 160 мм);
- подставка для пробирок (рис. 2);
- чехол из теплоизоляционного материала внутренним диаметром 35 - 38 мм, длиной 180 – 190 мм.



Пробирка



Подставка для пробирок

Рисунок 1 - Приборы для проведения опыта

Подготовка материалов:

Подготовку образцов мрамора и песка проводят как описано в методе А. В три стеклянные пробирки с притертыми пробками взвешивают по 8 г мрамора или песка с погрешностью до 0,1 г, наливают по 10 см³ воды и на поверхность воды добавляют по 0,32 г испытуемого битума, как описано в методе А.

Проведение опыта:

1. Пробирки закрывают пробками, ставят в подставке в водяную баню на 10 мин., накрывают стаканом выступающие из воды части пробирок. Накрывающий пробирки стакан должен касаться воды.
2. При испытании вязких битумов пробирки после десятиминутного кипячения накрывают кошмой и интенсивно встряхивают 2 мин.
3. При испытании жидких битумов температуру в водяной бане поддерживают 10 мин в пределах 55 - 60°C.
4. После встряхивания смесь из пробирок переносят на стеклянные пластинки.

Обработка результатов:

Для оценки сцепления битума с поверхностью минерального материала битумо-минеральную смесь сравнивают с фотографиями контрольных образцов.

Битум считают выдержавшим испытание на "активное" сцепление с минеральным материалом, если после испытания сцепляемость с минеральным материалом не менее двух параллельных образцов не хуже изображения (рис. 2, 3)

соответствующего контрольного образца, номер которого указан в нормативно-технической документации на дорожный битум. При оценке качества покрытия битумом пленка должна быть от светло-коричневого до черного цвета, не допускаются белые пятна при сравнении с образцом № 1.

Полученные значения заносят в таблицу 2 и сравнивают с требованиями ГОСТ [1].

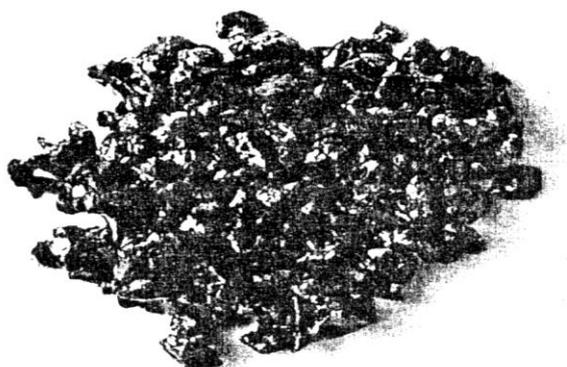
Таблица 2

Результаты опытов

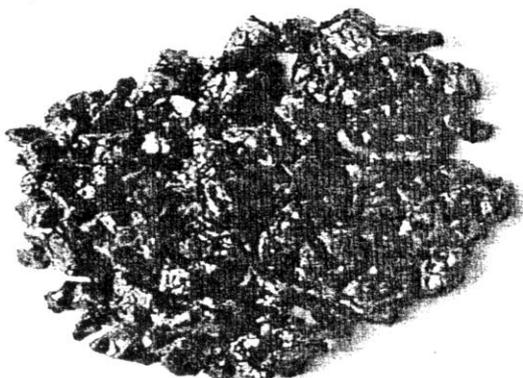
№ опыта	Вид минерального материала	Марка битума	Характеристики пленки битума на поверхности мин. материала	№ контрольного образца	Площадь покрытия битумом, %

Заключение по испытанию битума:

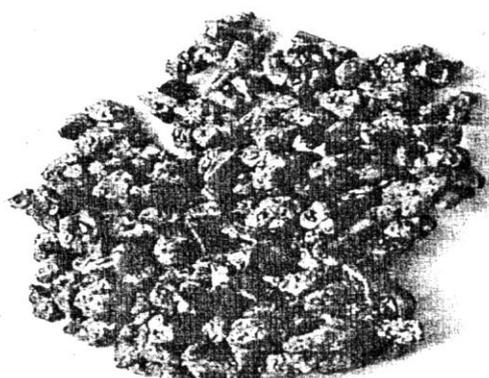
На основании проведенного опыта сделать вывод, в котором дать краткую характеристику адгезионных свойств битума по полученным данным, указывая на все имеющиеся отклонения от этих требований. Дать общие рекомендации по использованию испытанного битума как вяжущего для дорожного строительства.



Контрольный образец № 1

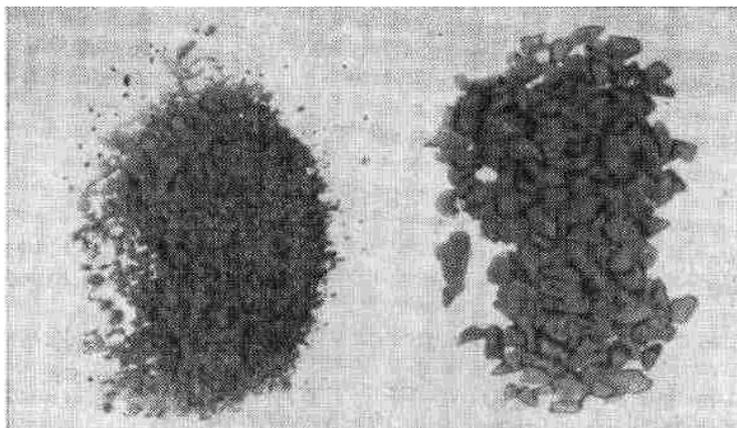


Контрольный образец 2

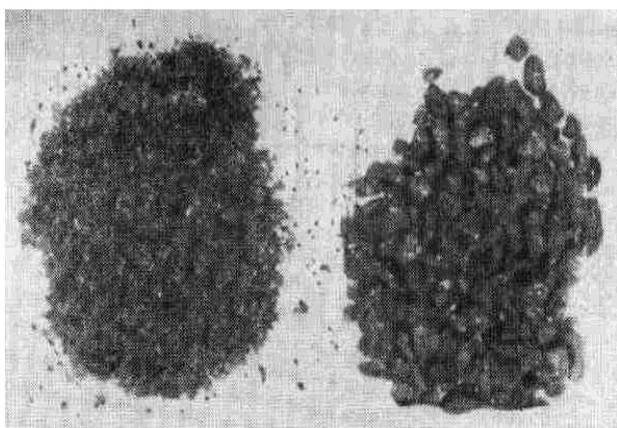


Контрольный образец 3

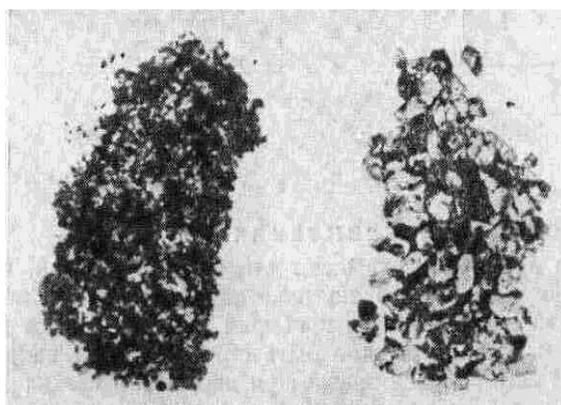
Рисунок 2- Контрольные образцы битумо-минеральных смесей



Контрольный образец № 1
полное покрытие поверхности минерального материала



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



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

Рисунок 3- Контрольные образцы битумоминеральных смесей
Слева - смеси битума с песком; справа - смеси битума с мрамором.

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ К ЩЕБНЮ КРУПНЕЕ 10 ММ

Цель работы: изучение адгезионных свойств вязких нефтяных битумов, методики определения адгезии между битумом и щебнем крупнее 10 мм [4].

Аппаратура, реактивы и материалы:

- минеральный материал *щебень, гравий*;
- ложка металлическая;
- термостойкий стакан;
- вода дистиллированная;
- бумага фильтровальная;
- шкаф сушильный с терморегулятором, поддерживающим температуру с погрешностью не более $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- плитка электрическая с закрытой спиралью;
- штатив;
- весы лабораторные класса точности 3;
- песчаная баня.

Подготовка материалов:

Частицы щебня крупностью 10 мм и более обвязывают ниткой или тонкой проволокой, нагревают в термостате в течение 1 ч до температуры 150-170°C. Битум нагревают до температуры 140-160°C.

Проведение опыта:

1. Погружают подготовленные щебенки в емкость с нагретым до температуры 140-160°C битумом на 15 с.
2. Извлекают из битума щебенки и подвешивают на штативе на 15 мин. для стекания избытка битума.
3. Погружают щебенки в стеклянный стакан с кипящей дистиллированной водой (щебенки не должны касаться стенок или дна стакана) на 30 мин. и проводят кипячение.
4. Оценивают визуально прочность сцепления битума с поверхностью щебня, не вынимая их из воды.

Обработка результатов:

За показатель сцепления принимается визуально определяемая величина поверхности щебенки, сохранившей битумную пленку после кипячения в воде. Оценку показателя сцепления выполняют в соответствии с таблицей 3 [4].

Полученные значения заносят в таблицу 4

Таблица 3

Оценка показателя сцепления

Характеристики пленки битума на поверхности щебенки		Визуальный показатель
Чистый и мытый щебень	Щебень в естественном состоянии	
Пленка битума полностью сохраняется	Пленка битума полностью сохраняется: вода совершенно прозрачная	Хорошее
Пленка битума отслаивается водой. Наблюдается обнажение некоторых зерен или отдельных участков на поверхности (около 50%)	Пленка битума значительно отслаивается водой. Наблюдается обнажение крупных зерен (около 50%) и слабое помутнение воды из-за вымывания некоторой части мелких фракций.	Удовлетворительное
Пленка битума полностью отслаивается водой. Наблюдается почти полное обнажение поверхности с мелкими каплями свернувшегося битума или всплывание битума	Пленка битума большей частью или полностью отслаивается водой. Наблюдается сильное помутнение смеси с отдельными каплями свернувшегося и всплывшего на поверхность битума и сильное помутнение воды.	Неудовлетворительное

Таблица 4

Результаты опытов

№ Опыта	Вид каменного материала	Марка битума	Характеристики пленки битума на поверхности щебенки	Площадь покрытия битумом, %	Оценка показателя сцепления

Заключение по испытанию битума:

На основании проведенного опыта сделать вывод, в котором дать краткую характеристику адгезионных свойств битума по полученным данным, указывая на все имеющиеся отклонения от этих требований. Дать общие рекомендации по использованию испытанного битума как вяжущего для дорожного строительства

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ ПЛЕНКИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО С МИНЕРАЛЬНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Цель работы: изучение адгезионных свойств битумных эмульсий, методики определения адгезии между эмульсией и минеральным материалом. и установления соответствия их по ГОСТ [5].

Аппаратура, реактивы и материалы:

Весы технические до 1 кг не ниже 3-го класса точности по ГОСТ 24104.

Шкаф сушильный лабораторный.

Секундомер.

Электроплитка бытовая по ГОСТ 14919, песчаная баня или газовая горелка по ГОСТ 17356.

Штатив.

Стакан химический термостойкий вместимостью не менее 500 см³ по ГОСТ 23932.

Сетка асбестовая.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Бумага фильтровальная по ГОСТ 12026.

Щебень фракции 20 — 40 мм по ГОСТ 8267.

Подготовка материалов:

Среднюю пробу гранитного щебня при испытании катионных эмульсий или щебня из карбонатных пород при испытании анионных эмульсий массой 1 кг промывают и просушивают в термостате при температуре 105°C.

Проведение опыта:

1. Распределяют щебень равномерно на листе бумаги размерами 20 × 30 см, пробу делят линейкой на 6 квадратов размерами 10 × 10 см и из каждого квадрата берут для испытания по одной щебенке.

2. Обвязывают их ниткой или мягкой проволокой, погружают на 1—2 с в стакан с дистиллированной водой, вынимают из воды, встряхивают капли и сразу же 2 — 3 раза окунают в испытываемую эмульсию, затем подвешивают на штативе так, чтобы щебенки не касались друг друга.

3. Щебенки испытывают через сутки. Для этого на закрытой электроплитке стакан с дистиллированной водой нагревают до 100 °С (не допуская бурного кипения), каждую из подвешенных на штативе щебенок поочередно погружают в кипящую воду на 30 мин. По истечении указанного времени фильтровальной бумагой снимают с поверхности воды всплывшее вяжущее, вынимают

зерна щебня, погружают на 1 - 2 с в холодную воду, вынимают из воды и помещают на фильтровальную бумагу.

4. По истечении указанного времени фильтровальной бумагой с поверхности воды снимают всплывший битум, вынимают щебенку и визуально оценивают состояние пленки.

Обработка результатов:

Поверхность зерен щебня осматривают и проводят оценку качества сцепления эмульсии со щебнем по степени сохранности пленки вяжущего в соответствии с таблицей 5 [5].

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

Таблица 5

Характеристика пленки вяжущего	Оценка сцепления, балл
Пленка вяжущего полностью сохраняется на поверхности зерен	5
Пленка вяжущего частично отделилась с острых углов и ребер зерен	4
Пленка вяжущего свыше 50 % сохраняется на поверхности зерен	3
Пленка вяжущего менее 50 % сохраняется на поверхности зерен	2

Полученные значения заносят в таблицу 6.

Таблица 6

Результаты опытов

№ опыта	Вид каменного материала	Марка вяжущего	Характеристики пленки	Площадь покрытия эмульсией, %

Заключение по испытанию битумных эмульсий:

На основании проведенного опыта сделать вывод, в котором дать краткую характеристику адгезионных свойств битумной эмульсии по полученным данным, указывая на все имеющиеся отклонения от этих требований. Дать общие рекомендации по использованию битумных эмульсий как вяжущего для дорожного строительства.

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ ЭМУЛЬСИЙ 3-го КЛАССА С МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ СМЕСИ

Цель работы: изучение адгезионных свойств битумных эмульсий, методики определения адгезии между эмульсией и минеральным материалом и установления соответствия их по ГОСТ [5].

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

Аппаратура, реактивы и материалы:

Весы лабораторные 4-го класса точности по ГОСТ 24104.

Стаканы химические термостойкие вместимостью не менее 500 см³ по ГОСТ 23932.

Сетки металлические с размером отверстий 0,16 мм по ГОСТ 6613 с проволочными дужками для закрепления в стакане. Диаметр сетки должен быть на 5 - 10 мм меньше диаметра химического стакана.

Электроплитка или баня песчаная.

Сетка асбестовая.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Бумага фильтровальная.

Секундомер.

Подготовка материалов:

1. Готовят смесь эмульсии со смесью минеральных материалов плотного зернового состава. Щебень массой 500 г и песок массой 300 г промывают и высушивают при температуре (105 ± 5) °С до постоянной массы, после чего охлаждают при комнатной температуре.

Для определения смешиваемости эмульсии с минеральными материалами плотного зернового состава готовят смесь из 65 г щебня, 50 г песка и 8 г минерального порошка. Смесь увлажняют 4 мл воды и тщательно перемешивают. Продолжая перемешивание, в смесь вливают 14 мл эмульсии.

Приготовленную смесь раскладывают на фильтровальной бумаге и оставляют при комнатной температуре.

Проведение опыта:

1. Берут от смеси две навески по 50 г каждая. Одну навеску помещают на сетку, вторую оставляют для последующего сравнения.

2. Химический стакан заполняют примерно на $\frac{2}{3}$ объема дистиллированной водой, устанавливают на электроплитку или песчаную баню и доводят до кипения.

3. Сетку с навеской смеси опускают в стакан с кипящей водой таким образом, чтобы уровень воды над смесью был не менее 30 - 40 мм, и укрепляют проволоочными дужками за край стакана. Сетку с испытуемым образцом выдерживают в кипящей воде 30 мин. Кипение не должно быть бурным. Вяжущее, отделившееся от поверхности минеральных зерен в процессе кипения и всплывшее на поверхность, удаляют фильтровальной бумагой.

4. По истечении указанного времени сетку со смесью извлекают из стакана и переносят в стакан с холодной водой для охлаждения, после чего переносят на фильтровальную бумагу.

Обработка результатов:

Смесь осматривают и, сравнивая со смесью, не проходившей испытание, проводят оценку качества сцепления эмульсии с минеральными материалами в соответствии с таблицей 5 [5].

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

Полученные значения заносят в таблицу 7.

Таблица 7

Результаты опытов

№ опыта	Вид каменного материала	Марка вяжущего	Характеристики пленки	Площадь покрытия эмульсией, %

Заключение по испытанию битумных эмульсий:

На основании проведенного опыта сделать вывод, в котором дать краткую характеристику адгезионных свойств битумной эмульсии по полученным данным, указывая на все имеющиеся отклонения от этих требований. Дать общие рекомендации по использованию битумных эмульсий как вяжущего для дорожного строительства.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой материал называют битумом и каковы его основные свойства?
2. В каком виде встречается природный битум и как его добывают?
3. Охарактеризуйте химический состав, структуру нефтяных битумов.
4. Что такое жидкие битумы? Приведите марки жидких битумов.
5. Что такое адгезия?
6. Что такое когезия?
7. Методика определения адгезии битумов.
8. Значение определения показателя адгезии в дорожном строительстве.

9. Понятие «активное» и «пассивное сцепление».
10. Что такое дорожные битумные эмульсии?
11. Классификация битумных эмульсий.
12. Методика определения адгезии битумной эмульсии.
13. Понятие поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Библиографический список

1. ГОСТ 11508-74. Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.1975 г. // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс»
2. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.1991 г. // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс»
3. ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.2011 г. // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс»
4. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного аэродромного строительства. Методы испытаний [Электронный ресурс]. – Введ. 01.01.1999 г. // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс»
5. ГОСТ Р 52128-2003. Эмульсии битумные дорожные. Технические условия. [Электронный ресурс]. – Введ. 01.10.2003 г. // Техэксперт: инф.-справ. система / Консорциум «Кодекс»
6. Ковалев, Я. Н. Дорожно-строительные материалы и изделия: учебно-методическое пособие для студентов специальности "Автомобильные дороги" / Я. Н. Ковалев, С. Е. Кравченко, В. К. Шумчик. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 628 с.
7. Строительные материалы: материаловедение: технология конструкционных материалов: учебник для вузов по строительным специальностям / В. Г. Микульский, Г. И. Горчаков, В. В. Козлов [и др.] ; под ред. В. Г. Микульского и Г. П. Сахарова. – 6-е изд., доп. и перераб. – Минск: Высшая школа, 2011. – 519 с.
8. Грушко, И. М. Испытания дорожно-строительных материалов: лабораторный практикум: учеб. пособие для вузов / И. М. Грушко, В. А. Золотарев, Н. Ф. Глущенко. – М.: Транспорт, 1985. – 200 с.
9. Дорожно-строительные материалы: учеб. для автомобил.-дорож. специальностей вузов / [И. М. Грушко, И. В. Королев, И. М. Борщ, Г. М. Мищенко]. – М.: Интеграл, 2013. – 382 с.: ил.

10. Органические вяжущие для дорожного строительства: учеб. пособие / С. К. Илиополов, И. В. Мардиросова, Е. В. Углова, О. К. Безродный. – Ростов н/Д: РГСУ, 2003. – 428 с.
11. Руденская, И. М. Органическое вяжущее для дорожного строительства / И. М. Руденская, А. В. Руденский. – М.: Транспорт, 1984. – 229 с.
12. Цупиков, С.Г. Основы дорожно-строительных материалов: учеб. пособие / С. Г. Цупиков; Иван. гос. архит.-строит. акад. – Иваново: ИГАСА, 2002. – 150 с.
13. Дворкин, Л. И. Справочник по строительному материаловедению: учеб.-практ. пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 465 с.
14. Справочник дорожного мастера: стр-во, эксплуатация и ремонт авто-моб. дорог: учеб.-практ. пособие / [под ред. С. Г. Цупикова] . – М.: Инфра-Инженерия, 2007. – 924 с. : ил.

Подписано в печать 15.05.2014.	Усл. печ. л. 1,44	Тираж	экз.
Печать офсетная.	Бумага писчая.	Заказ №	_____.

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15