

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ»

СИБИРСКИЙ КОЛЛЕДЖ ТРАНСПОРТА И СТРОИТЕЛЬСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
по дисциплине
ОП.05. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
для специальности
08.02.10 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство»

*базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Иркутск
2023 г.

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИргУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИргУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:
Цикловой методической
комиссией общетехнических и электротехнических
дисциплин
Протокол № 9
«25» мая 2023 г.
Председатель ЦМК: Игнатенко Ж.С.

Разработчик: Панкратова Л.А., преподаватель ФГБОУ СКТиС

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины ОП.05. Строительные материалы и изделия для специальности среднего профессионального образования 08.02.10 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство».

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения	4
Тематический план практических работ.....	7
Практическая работа №1	9
Изучение свойств древесины для железнодорожных шпал	9
Практическая работа №2	16
Изучение свойств естественных каменных материалов	16
Практическая работа №3	23
Оценка качества кирпича	23
Практическая работа №4	26
Испытание строительной стали	26
Практическая работа №5	30
Изучение свойств гипса	30
Практическая работа №6	38
Определения физико-механических свойств портландцемента	38
Практическая работа №7	47
Испытание строительного битума.....	47
Практическая работа №8	53
Оценка качества песка	53
Практическая работа №9	59
Оценка качества щебня.....	59
Практическая работа №10	65
Расчет и подбор состава тяжелого бетона	65
Практическая работа №11	72
Определение температуры капли падения пластичной смазки	72

Общие положения

Практическое занятие – это основной вид учебных занятий, направленный на экспериментальное подтверждение теоретических положений.

В процессе занятия учащиеся выполняют одну или несколько практических работ (заданий) под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение практических работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
- развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
- выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.

Учебные дисциплины, по которым планируется проведение практических занятий и их объемы, определяются рабочим учебным планом по специальности.

При проведении практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек, а в случае индивидуальной подготовки и менее.

Планирование практических занятий

Ведущей дидактической целью практических занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений, поэтому преимущественное значение они имеют при изучении дисциплин математического и общего естественнонаучного, общепрофессионального и специального циклов.

Основными целями практических занятий являются:

- установление и подтверждение закономерностей;
- проверка формул, методик расчета;
- установление свойств, их качественных и количественных характеристик;
- ознакомление с методиками проведения экспериментов;

В ходе практических занятий у учащихся формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, оборудованием, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты).

Организация и практических занятий

Практические занятия как вид учебной деятельности должны проводиться в специально оборудованных лабораториях, где выполняются лабораторные работы (задания).

Необходимые структурные элементы практического занятия:

- инструктаж, проводимый преподавателем;
- самостоятельная деятельность учащихся;
- обсуждение итогов выполнения практической работы (задания).

Перед выполнением практического задания (работы) проводится проверка знаний учащихся – их теоретической готовности к выполнению задания.

Практическое задание (работа) может носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный* характер, отличаются тем, что при их проведении учащиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировок), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый* характер, отличаются тем, что при их проведении учащиеся не пользуются подробными инструкциями, им не задан порядок выполнения необходимых действий, от учащихся требуется самостоятельный подбор оборудования, выбор способов выполнения работы, инструктивной и справочной литературы.

Работы, носящие *поисковый* характер, отличаются тем, что учащиеся должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

По каждому практическому заданию (работе) преподавателем учебной дисциплины разрабатываются методические указания по их проведению, которые рассматриваются на заседании ПЦК.

По практической работе репродуктивного характера методические указания содержат:

- тему занятия;
- цель занятия;
- используемое оборудование, аппаратуру, материалы и их характеристики;
- основные теоретические положения ;
- порядок выполнения конкретной работы;
- образец оформления отчета (таблицы для заполнения; выводы (без формулировок));
- контрольные вопросы;
- учебную и специальную литературу.

По практической работе частично-поискового характера методические указания содержат:

- тему занятия;
- цель занятия;
- основные теоретические положения.

Форма организации учащихся для проведения практического занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы.

При фронтальной форме организации занятий все учащиеся выполняют одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2-5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения практических занятий преподавателю рекомендуется разработать:

- заданий с методическими указаниями по их выполнению;
- задания для автоматизированного тестового контроля для определения подготовки учащихся к практическому занятию;
- проведение занятий на повышенном уровне трудности с включением в них заданий, связанных с выбором учащимися условий выполнения работы, конкретизацией целей, самостоятельным отбором необходимого оборудования.

Оформление практического задания (работы)

Результаты выполнения задания (работы) оформляются учащими в виде отчета, форма и содержание которого определяются соответствующей ПЦК.

Оценки за выполнение задания (работы) являются показателями текущей успеваемости учащихся по учебной дисциплине.

Методические указания по выполнению практических работ для студентов.

Краткое описание документа:

Цель настоящего учебного пособия – облегчить работу преподавателя по организации и проведению практических работ, а также оказать помощь студентам в подготовке и выполнении практических работ..

Отчет о практической работе должен содержать:

1. Тему работы
2. Цель работы
3. Перечень используемого оборудования
4. Описание хода работы
5. Таблицы с результатами измерений и вычислений
6. Подробные расчеты
7. Выводы

1. Общие требования безопасности

1.1. К проведению практических работ и практикума допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

1.2. Обучающиеся должны соблюдать правила поведения, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

Тематический план практических работ

N п/п	Наименование	Количество часов
1	Практическая работа №1 «Изучение свойств древесины для железнодорожных шпал»	2
2	Практическая работа №2. «Изучение свойств естественных каменных материалов» Ознакомление с минералами и горными породами на железнодорожном транспорте. Изучение свойств естественных каменных материалов. Оценка щебня из естественных каменных материалов. Классификация горных пород по образованию. Генетическая таблица	4
3	Практическая работа №3 «Оценка качества кирпича». Определение свойств кирпича. Марки кирпича по ГОСТу	2
4	Практическая работа №4. «Испытание строительной стали» Испытание стали на растяжение. Марка стали по ГОСТу. Определение твердости. Химический состав стали. Микроструктура рельсовой стали. Марки. Диаграмма железоуглеродистой стали Испытание строительной стали	4
5	Практическая работы №5. «Изучение свойств гипса» Испытание строительного гипса. Определение марки гипса. Сроки схватывания. Тонкость помола. Нормальная густота Изучение свойств гипса	2
6	Практическая работа №6 «Определения физико- механических свойств портландцемента»	2
7	Практическая работа №7. «Испытание строительного битума»	2
8	Практическая работа №8. «Оценка качества песка» 1.Обоснование и выбор мелкого заполнителя для бетонов для изготовления железобетонных шпал. Ситовой анализ песка. Содержание глинистых частиц. Оценка качества песка	2
9	Практическая работа №9 «Оценка качества щебня» 2.Обоснование и выбор крупного заполнителя	2

	щебня для бетонов. Изготовление железобетонных шпал. Насыпная плотность. Пустотность. Водопоглощение. Соответствие ГОСТу. Оценка качества щебня	
10	Практическая работа №10. «Расчет и подбор состава тяжелого бетона»	2
11	Практическая работа №11 «» Определение температуры капли падения пластичных смазок.	2
	Итого	26

Практическая работа №1

Изучение свойств древесины для железнодорожных шпал

Цель работы – изучить методы механических свойств древесины.

Содержание работы

1.1. Определение предела прочности при статическом изгибе.

1.2. Определение предела прочности при сжатии вдоль и поперёк волокон.

1.3. Определение влажности.

Порядок выполнения работы.

1.1. Определение предела прочности при статическом изгибе.

Оборудование и материалы

Гидравлический пресс, приспособление для испытания на изгиб, штангенциркуль, прибор для определения влажности древесины, образцы древесины.

Образцы изготавливают в виде брусков сечением 20х20 мм и длиной вдоль волокон 300мм. Отклонение по сечению допускается до 0,1 мм, а по длине – 1мм. Одна из сторон бруска должна в торце проходить по касательной к годовому слою.

При испытании образец укладывается на две неподвижные опоры с пролетом $t=240$ мм, так чтобы усилие передавалось на образец может передаваться в одной точке по середине пролета или двух точках в $1/3$ и $2/3$ пролета.

Скорость нарастания нагрузки должна быть 1500 ± 150 Н/мин. (150 ± 15 кгс/мин). Нагрузка увеличивается до разрушения образца. После испытания образца определяют влажность древесины прибором ЭВ-2 К.

Предел прочности при статическом изгибе при данной влажности W вычисляют по формуле:

При нагружении в одной точке

$$R_{изг}^W = \frac{3P_{разр}}{2bh^2}, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}$$

При нагружении в двух точках

$$R_{изг}^W = \frac{P_{разр}}{bh^2}, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}$$

где $R_{изг}^W$ – предел прочности при влажности образца в момент испытания, МПа; $P_{разр}$ – разрушающая нагрузка, Н (кгс); t – расстояние между

опорами, см; W – влажность образца в момент испытания, % ; b и h – ширина и высота образца, см.

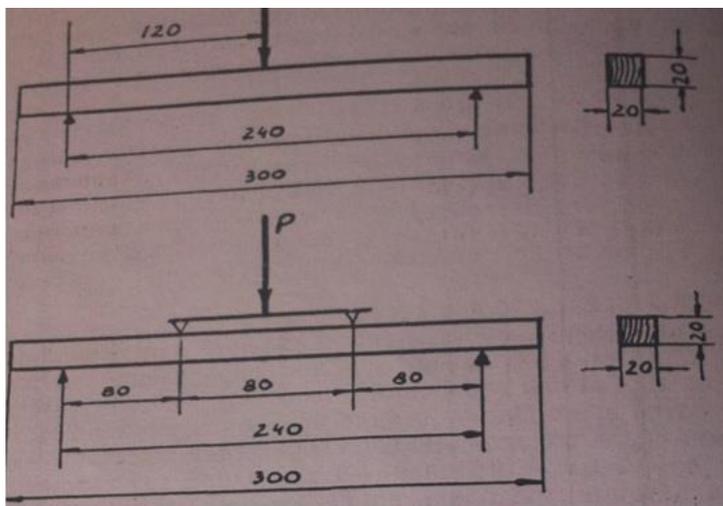


Рис. 8. Схема испытания образцов древесины на изгиб

Полученный предел прочности приводят к влажности 12% по формулам:

Для образцов с влажностью меньше предела гигроскопичности

$$R_{изг}^{12} = R_{изг}^W [1 + a(W - 12)], \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)}$$

где $a=0,04$ – поправочный коэффициент на 1% влажности для всех пород; W – влажность образца в момент испытания, %; $R_{изг}^{12}$ – предел прочности при влажности 12%; МПа; $R_{изг}^W$ – предел прочности при влажности в момент испытания, МПа;

Для образцов с влажностью равной или больше предела гигроскопичности (30%)

$$R_{изг}^{12} = \frac{R_{изг}^W}{K_{30}^{12}}, \text{ МПа.}$$

где K_{30}^{12} – пересчетный коэффициент равный: 0,65 – для клена; 0,615 – для акации, вяза, дуба, липы, ольхи, ясеня; 0,58 – для бука, груши, ивы, сосны, пихты, тополя; 0,550 – для граба, березы, ели, лиственницы, ореха

Испытания проводятся на трех образцах. За окончательный результат принимается среднее арифметическое

значение трех испытаний. Результат испытаний заносят в табл. 12

Таблица 12

ис п.	Материал	Ширина сечения b , см	Высота сечения h , см	Пролет, i , см	Разрушающая нагрузка, N (кгс)	При естественной влажности, R МПа	При влажности 12%

1.2. Определение предела прочности при сжатии вдоль волокон

Оборудование:

Пресс с шарнирной опорой, штангенциркуль, прибор для определения влажности, образцы.

Испытания проводятся на образцах сечением 20x20 мм и высотой вдоль волокон 30 мм.

Образец устанавливают торцом в центре шарнирной опоры, если пресс не имеет таковой, то делается приспособление.

Нагружается образец равномерно со скоростью (2500 500) Н/мин или (250 50) кгс/мин до разрушения, т.е. до момента, когда стрелка силоизмерителя пойдет в обратную сторону.

Предел прочности на сжатие вдоль волокон при данной влажности W вычисляют по формуле

$$R_{сж}^W = \frac{P_{разр}}{ab}, \text{ МПа, (кгс/см}^2\text{)}$$

Где $P_{разр}$ - разрушающая нагрузка, Н (кгс); a и b – размеры поперечного сечения образца, см.

Сразу после испытания влагомером определяют влажность образца. Полученный предел прочности приводят к влажности 12% по формулам при влажности меньше предела гигроскопичности

$$R_{сж}^{12} = R_{сж}^W [1 + a(W - 12)],$$

где a - поправочный коэффициент, равный 0,04 на 1% влажности;
предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа (кгс/см²);
 W – влажность образца в момент испытания;
при влажности равной или больше предела гигроскопичности (30%)

$$R_{сж}^{12} = \frac{R_{сж}^W}{K_{30}^{12}}$$

где $R_{сж}^W$ – предел прочности при сжатии образца, МПа (кгс/см²);
 K_{30}^{12} - коэффициент приведения к влажности 12% при влажности древесины равной 30% : 0,40 – для березы, лиственницы; 0,445 – для ели, пихты, граба, груши, ивы, ореха, осины, тополя; 0,45 для сосны и бука; 0,475 – для клена; 0,535 – для вяза и ясеня; 0,55 – для дуба, липы, акации, ольхи.

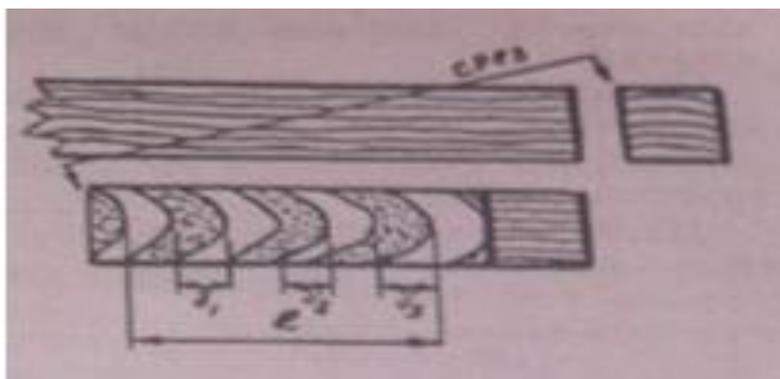


Рис. 9. Схема определения содержания поздней древесины

Предел прочности определяется по трем образцам, за окончательный результат принимают среднее арифметическое значение трех испытаний. Результаты испытаний заносят в табл. 13.

Таблица 13.

№ исп.	Материал	Площадь образца	Влажность образца	Разрушающая нагрузка	Предел прочности при влажности в момент испытания	При влажности 12%

1.3 Расчет предела прочности при сжатии вдоль волокон по формулам по содержанию поздней древесины

Оборудование

Измерительная лупа, линейка. Бруски сечением 20X20 (можно взять половинки образцов после испытания на изгиб).

Прочность хвойных и лиственных пород зависит от процентного содержания ранней и поздней древесины в годовом слое. Чем больше позднец древесины в годовом слое, тем выше ее прочность.

Для определения процентного содержания поздней древесины делается косой срез по плоскости, перпендикулярной радиальной плоскости и проходящей под углом к образующей годовых колец (рис. 9), на котором толщина годового слоя будет больше, чем на торцовом срезе, а следовательно, замеры будут точнее.

На косом срезе по гиперболическим вершинам годовых слоев намечают две точки на расстоянии – t и между ними измеряют ширину каждого слоя поздней древесины с помощью лупы с точностью до 0,01 мм и суммируют их.

Процент поздней древесины вычисляют по формуле:

$$F = \frac{\sum \delta}{t} 100.$$

где $\sum \delta$ – суммарная ширина слоев поздней древесины, мм; t – расстояние между точками измерения, мм.

Предел прочности для сосны определяют по формуле

$$R_{сж}^{12} = 6f + 30, \text{ МПа};$$

Предел прочности для дуба

$$R_{сж}^{12} = 3,2f + 29,45, \text{ МПа}$$

Где $R_{сж}^{12}$ - предел прочности древесины на сжатие при влажности 12%

Результаты определений заносят в табл. 14.

Таблица 14

Породы древесины	Расстояние между точками измерения	Суммарная ширина слоев поздней древесины	Процент поздней древесины	Предел проч. Для сосны	Предел проч. Для дуба

1.4. Определение предела прочности при сжатии поперек волокон

Оборудование:

Испытательная машина с устройством для записи нагрузки, штангенциркуль, прибор для определения влажности древесины. Образцы в виде прямоугольной призмы 20X20 мм и длиной вдоль волокон 30 мм.

Образец измеряют с точностью до 0,1 мм. Ширина b измеряется в радиальном направлении при тангенциальном сжатии

или в тангенциальном направлении при радиальном сжатии.

Образец помещают в испытательную машину так, чтобы нагрузка была приложена в тангенциальной плоскости при радиальном сжатии и в радиальной плоскости при тангенциальном сжатии.

Нагрузка на образец увеличивают с равномерной скоростью - 1000 ± 20 Н/мин (100 2 кгс/мин)

Таблица 15

№ исп.	Материал	Площадь образца, F , см ²	Влажность образца W , %	Разрушающая нагрузка	При влажности и момент испытаный	При влажности и 12%
1						
2						
3						

Если испытательная машина не имеет устройства, записывающего деформацию, то ее определяют по индикатору часового типа с точностью до 0,01 мм с интервалом приращения нагрузки 200Н (20 кгс) – для мягких пород, 400Н (40 кгс) – для твердых. Данные испытаний заносят в табл. 15.

По данным табл.15 строят график (рис. 10), по горизонтальной оси откладывают деформации в мм. По вертикальной оси – нагрузку в Н (кгс) с интервалом приращения 200-400 Н (20-40 кгс). Соединяя координаты полученных точек, определяют нагрузку P , соответствующую условному пределу прочности поперек волокон, как ординату точки, в которой прямолинейный участок графика переходит в криволинейный.

Условный предел прочности $R_{сж}^W$ образца с влажностью W в момент испытания
Вычисляют по формуле

$$R_{сж}^W = \frac{P}{b \cdot l}, \text{ МПа; (кгс/ см}^2\text{)}$$

где P - нагрузка, соответствующая условному пределу прочности H (кгс); b и l – ширина и длина образца, см.

После испытания образца определяется его влажность. Полученный условный предел прочности приводят к влажности 12%

$$R_{сж}^{12} = R_{сж}^W [1 + a (W - 12)],$$

где $R_{сж}^W$ – условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания, МПа (кгс/см²) ; a - поправочный коэффициент, равный 0,035 на % влажности ; W - влажность образца в момент испытания, %.

Условный предел прочности $R_{сж}^W$ образца с влажностью равной или большей предела гигроскопичности приводится к влажности 12%

$$R_{сж}^{12} = R_{сж}^W K_{30}^{12},$$

где $R_{сж}^W$ - условный предел прочности образца с влажностью W в момент испытания; K_{30}^{12} – пересчетный коэффициент при влажности 30% равный: 1,67 – для лиственных пород при обоих направлениях сжатия и для хвойных пород при радиальном сжатии, 2,45 – для хвойных пород при тангенциальном сжатии.



Рис.10. График деформации древесины поперёк волокон

Литература

ГОСТ 16483-89 Древесина. Методы испытания.

ГОСТ 16483.3-84 Древесина. Методы испытания. Метод определения предела прочности при изгибе.

ГОСТ 16483.10-73 Древесина. Методы испытания. Метод определения предела прочности при сжатии вдоль волокон..

Вопросы:

1. Как работает дерево на сжатие вдоль и поперёк волокон?
2. Какая нормальная влажность древесины?:
3. Как влияет влажность на свойства древесины?

Практическая работа №2

Изучение свойств естественных каменных материалов

Цель работы – изучить способы определения основных свойств горных пород для определения возможности их использования в качестве бутового камня, стенового и облицовочного материала, щебня для балластировки железнодорожного пути.

Содержание работы:

1. Общая характеристика горной породы (цвет, блеск, текстура, минералогический состав).
2. Определение средней плотности каменных материалов.
3. Определение водопоглощения каменных материалов.
4. Определение предела прочности при сжатии.
5. Определение коэффициента размягчения и морозостойкости.
6. Определение пригодности каменного материала в качестве бутового камня, стенового и облицовочного материала.

Порядок выполнения работы

1. Изучение свойств естественных каменных материалов

Общая характеристика горной породы.

Оборудование и материалы:

Стальная игла, лупа, молоток, штангенциркуль, 10%-ный раствор соляной кислоты, шкала твердости (Мооса). Образцы различных горных пород.

Работа по изучению горных пород проводится на правильной и неправильной формы.

Определяется размер кусков по трем линейным направлениям, их форма (правильная или неправильная, кубовидная, плитовидная, параллелепипедная, ромбическая, шаровидная и т. д.)

Форма кусков помогает определить возможность получения того или иного материала.

Цвет породы устанавливается в зависимости от окраски породообразующих минералов. Следует отметить характер окраски - однородная или неоднородная с пятнами, наличие прожилок, оттенков. Определение цвета облегчает вывод о возможности применения материала в качестве облицовочного.

Блеск отдельных материалов, составляющих горную породу, характеризует свежесть породы и ее рисунок. Блеклый, тусклый вид минералов с ржавыми тонами свидетельствует о большой выветренности.

Цвет породы, ее однородность и блеск дают возможность установить вид минералов, составляющих горную породу.

Минералогический состав породы определяют по внешним признакам главных минералов, составляющих горную породу, по величине их включений и равномерности распределения, а также по виду цементирующего вещества и его расположения.

Структуру породы определяют осмотром свежего излома. Она может быть кристаллической, плотной зернистой, с различной крупностью кристаллов, (мелко-, средне-, крупно- и грубозернистой).

Текстуру (сложение) породы и ее однородность определяют также по свежему излому породы. Она может быть плотной-сланцевато, чешуйчатого и волокнистого сложения или пористо-ячеистого, дырчатого и землистого сложения с мелкими или крупными порами. Одновременно определяют наличие трещиноватости, размер и направление трещин, а также наличие в породе различных включений.

Спайность – это свойство характеризует способность некоторых кристаллических минералов при ударе раскалываться по определенным гладким плоскостям, последние называют плоскостями спайки.

Различные минералы обладают неодинаковой спайностью: весьма совершенная спайность – минералы легко расщепляются (например, слюда расслаивается на тонкие листочки в одном направлении); совершенная спайность – минералы раскалываются по определенным плоскостям, образуя ровные и блестящие поверхности (например, кальций обладает спайностью в трех направлениях, а полевые шпаты - в двух); несовершенная спайность выражена совсем слабо (например апатит); спайность отсутствует – минерал раскалывается по неопределенным направлениям и дает неровные поверхности излома (например кварц). Аморфные материалы не имеют спайности. При раскалывании куска горной породы молотком обращают внимание на звук, получающийся при ударе; ясный, глухой или дребезжащий звук дает представление о плотности породы и наличии скрытой трещиноватости.

Поверхность раскола может быть ровной, неровной, волнистой, рваной, угловатой, раковистой, шарообразной. Кроме того, надо указывать характер раскола – гладкий, волокнистый, шероховатый, землистый и др.

Ребра делятся на тупые, острые, режущие и др. Шероховатость плоскости раскола и характер ребер являются существенными показателями свойств изделий из горной породы.

Присутствие карбонатов в образце горной породы определяют действием на него 10%-ным раствором соляной кислоты, которая вызывает «вскипание» на поверхности образца породы, содержащей карбонаты.

Твердость определяется по п. 1.6.

По петрографическим характеристикам образца горной породы и данным табл. 18 можно определить минералогический состав исследуемой горной породы, а затем по содержанию минералов, по их цвету, структуре, и с спайности можно установить вид горной породы и по табл. 19- ее свойства.

Примеры описания внешних признаков и петрографической характеристики образцов горных пород:

Образец неправильной формы, близкой к параллелепipedной, размером 120x180x270 мм. Окраска светло-серая. Порода из белого ортоклаза со стеклянным блеском, мусковита, кварца. Кварц и мусковит равномерно распределены в количестве примерно по 20% каждого. Порода плотная, средне-кристаллического строения. Раскол близкий к правильному, средней шероховатости, ребра острые. По петрографическим внешним признакам исследуемая горная порода – гранит;

Образец кубовидной формы размером 160x170x190 мм серый, равномерной окраски. Порода однородная, плотная. Твердость 5. Раскол правильный, со слабошероховатой поверхностью, ребра острые. Признаки выветривания не обнаружены. На поверхности образца капля раствора соляной кислоты вызвала «вскипание»

По петрографическим внешним признакам исследуемая горная порода – известняк.

Каждая бригада учащихся, состоящая из 5 человек, делает описание нескольких горных пород.

Результат работы можно оформить в виде табл. 17

Таблица 17

Форма образца	Размер образца, см	Цвет	Твердость	Минералогический состав	Структура	Признаки выветривания	Отношение к соляной кислоте	Наименование породы

2. Определение средней плотности каменных материалов. Средняя плотность определяется на образцах правильной геометрической формы в виде куба или цилиндра (см. п. 1.1.1.), высушенных до постоянной массы.

3. Определение водопоглощения каменных материалов.

Определение водопоглощения можно производить на образцах правильной формы, используемых для определения средней плотности. Испытания ведутся по п.1.4.

4. Определение предела прочности при сжатии.

Предел прочности определяется на образцах в сухом состоянии, водонасыщенном и после замораживания по п. 1.5.1

5. Определение коэффициента размягчения и морозостойкости.

Коэффициент размягчения $K_{разм}$ определяют как отношение предела прочности при сжатии образцов, насыщенных водой $R_{нас}$, к пределу прочности сухих образцов $R_{сух}$.

$$K_{разм} = \frac{R_{нас}}{R_{сух}}$$

Водостойкими считаются материалы, имеющие коэффициент размягчения 0,8 и более.

Коэффициент морозостойкости определяют как отношение предела прочности при сжатии образцов после замораживания $R_{нас}$.

$$K_{мрз} = \frac{R_{мрз}}{R_{нас}}$$

Морозостойкими считаются материалы, имеющие коэффициент морозостойкости 0,75 и более

Примечание. Подготовка образцов для испытания производится лаборантом.

Таблица 18

Характеристики минералов горных пород

Наименование минералов	Структура	Твердость	Цвет	Истинная плотность	Другие характерные признаки	Условия нахождения в природе
Группа I. Минералы с твердостью 1-3						
Каолинит	Аморфная, зернистая	1	Белый, желтоватый	2,6	Излом землистый, материал легко рассыпается, жирный на ощупь	В чистом виде
Гипс	Кристаллическая, зернистая, бывает пластинчатой и волокнистой	1,5 – 2	Белый, желтоватый, розовый	2,3	Прозрачные кристаллы. Материал иногда волокнистый, хрупкий	То же
Мусковит	Кристаллическая, листовая	1,5 – 2,5	Серебристый, светло-желтый	2,8	Расщепляется на тончайшие прозрачные листочки большой упругости	В граните, сиените, гнейсе, слюдяных сланцах
Биотит	То же	2 -3	Черный бурый, темно-зеленый	2,8	Расщепляется на тонкие неломкие листочки	То же
Группа II. Минералы с твердостью 3-4						
Кальцит	Кристаллическая и зернисто-кристаллическая	3	Белый, серый, желтый	2,7	Прозрачен. При ударе распадается на ромбические кристаллы. Вскипает в холодном растворе соляной кислоты	В известняках, мраморах и других карбонатных породах
Доломит	Кристаллическая	3-4	Белый и серый	2,8	В растворе соляной кислоты вскипает только в порошке при подогреве	Образует породу того же названия, в известняках
Авгит	Кристаллическая	5-6	Черный и темно-зеленый	3-4	Просвечивается, блеск стеклянный	Составная часть магматического пород
Роговая обманка	Кристаллическая	5-6	Черный, зелено-бурый	3,1	Отчетливая спайность в одном направлении	То же

Ортоклаз	То же	6	Белый, серый, розовый, красный	2,5	На плоскостях спайности стеклянный блеск	Составная часть гранитов, п орфи ров, гнейсов
Анортит		6	Белый, желтоваты й	3,7	На плоскостях спайность перламутровый блеск	Составная часть изверженн ых горных пород: габбро, базальт габбро, лабрадори т
Оливки		7	Зелей, желтый, бурый	3,3	Блеск стеклянный, излом раковистый	Составная часть гранитов, гнейсов, песков, песчаника
Кварц		7	Бесцветны й, белый, серый, черный, фиолетовы й	2,6	Излом раковистый, острый	

Таблица 19

Основные показатели свойств горных пород

Наименова ние породы	Цвет	Минералы, входящие в состав породы. Структура породы	Средняя плотность, кг/м	Предел прочности при сжатии МПа	Водопогла щение %
----------------------	------	------------------------------------------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------

Гранит	Серый, голубовато-серый, розоватый, темно-красный	Кварц, полевой шпат, слюда. Кристаллическая	2500-2900	100-300	0,1-1,0
Диорит	Серо-зеленый до темно-зеленого	Полевой шпат, роговая обманка, иногда кварц. Кристаллическая	2800-3000	150-280	0,2-1,0
Сиенит	Серый до темно-красного	Полевой шпат, роговая обманка, слюда. Кристаллическая	2700-2900	100-250	0,1-0,2
Габбро	Темно-серый до черного	Полевой шпат, роговая обманка, оливины. Кристаллическая	2900-3100	100-300	0,2-1,0
Лабрадорит	Темный	Полевой шпат и авгит, оливины, лабрадор. Кристаллическая	2600-2900	100-250	0,1-0,3
Диабаз	Серый до темно-серого	Полевой шпат, авгит. Кристаллическая. Мелкозернистая	2800-3100	110-330	0,1-4,0
Базальт	Темный, черный	Полевой шпат, авгит, Скрытокристаллическая	2900-3300	200-400	0,1-4,0
Туф вулканический	Розовый до фиолетового	SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 . Стекловолокнистая кристаллическая	800-1800	4-20	4-40

3.1.6. Определение пригодности каменного материала в качестве бутового камня, стенового и облицовочного материала. Данные полученные в результате

проведенных исследований, следует сравнить с техническими требованиями и дать заключение об использовании материалов. Заключение следует сделать по форме таблицы 20.

Таблица 20

Наименование горной породы	Область применения горной породы

Литература

ГОСТ 4001-84. Камни стеновые из горных пород. Технические условия.

ГОСТ 8269-76. Щебень из естественного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний.

Гост 9480-77. Плиты облицовочные пиленные из природного камня .
Технические условия.

1. Что такое минерал? Виды.
2. Виды горных пород по образованию?
3. Какие горные породы применяют в железнодорожном транспорте?

Практическая работа №3

Оценка качества кирпича

Цель работы – изучить методы определения качества кирпича.

Содержание работы.

1. Оценка качества кирпича по внешнему виду
2. Определение средней плотности кирпича.
3. Определение водопоглощения.
4. Определение предела прочности при сжатии и изгибе.
5. Марки кирпича.

Порядок выполнения

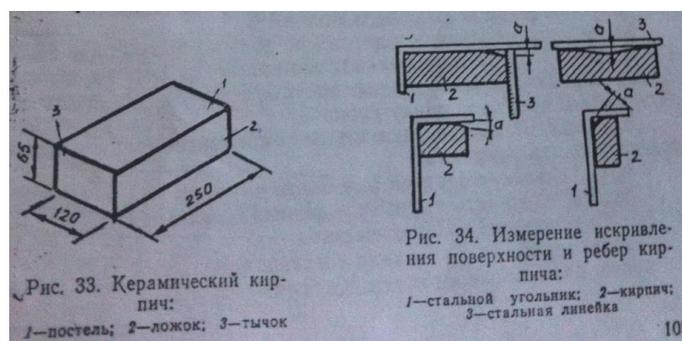
Средняя плотность кирпича определяется по п. 1.1.1

При оценке внешнего вида кирпича от каждой партии отбирается 100 шт., для определения предела прочности на сжатие 10 шт., на изгиб 5 шт., на плотность и водопоглощение 3 шт.

Внешним осмотром каждого кирпича устанавливают наличие недожога и пережога, для чего сравнивают отобранные образцы с эталонами (нормально обожженным кирпичом). Более светлый цвет кирпича, чем у эталона («алый» кирпич), указывает на наличие недожога. Пережженный кирпич характеризуется оплавлением и вспучиванием, имеет бурый цвет и, как правило, искривлен. Недожженный и пережженный кирпичи являются браком.

Размеры кирпича устанавливают с точностью до 1 мм металлической линейкой. Протяженность трещин устанавливают по наибольшей ее длине. Искривления поверхности и ребер, отбитость или притупленность ребер и углов устанавливают - с помощью металлического угольника и линейки. Кирпич должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и углами, четкими гранями и ровными лицевыми поверхностями. Кирпич должен иметь размеры 250X120 X *X65 мм (рис. 33). Способы измерения кирпича показаны на рис. 34. Максимальные значения зазоров между ребром линейки и поверхностью кирпича измеряют специальными калибрами.

Для лабораторной работы осмотру подвергают 10 шт. кирпича. Результаты



8.2. Определение водопоглощения

Лабораторное оборудование и материалы:
ванна, весы, электроплитка. Кирпич.

Испытание кирпича на водопоглощение производят путём насыщения образцов в воде с температурой 15-20 С в течении 48 ч или в кипящей воде в течение 4 ч.

Образцы кирпича в количестве 3 ч перед испытанием высушивают при температуре 105—110°C до постоянной массы.

Массу образца считают постоянной, если разница результатов двух последовательных взвешиваний после высушивания не превышает 0,2%. Взвешивание образцов производят после их полного остывания. Время между взвешиваниями, включающее сушку и остывание образцов, должно быть не менее 3 ч.

Образцы-кирпичи укладывают тычком на дно сосуда с водой с температурой 16—20°C так, чтобы уровень воды в сосуде был выше верха образцов на 2—10 см. Образцы выдерживают в воде в течение 48 ч, после чего их вынимают из сосуда, обтирают влажной тканью и немедленно взвешивают. Массу воды, вытекшей из образца на чашку весов, включают в массу насыщенного водой образца.

Водопоглощение кирпича вычисляют как среднее арифметическое по результатам испытаний трех образцов.

С целью ускоренного определения водопоглощения кирпича можно применять метод кипячения, согласно которому три образца, кирпича укладывают в сосуд с водой, как и в предыдущем случае. Сосуд с водой и погруженными образцами нагревают до кипячения. В кипящей воде образцы выдерживают в течение 4 ч, после чего их охлаждают до температуры 20-30°C путём непрерывного добавления в сосуд холодной воды. Взвешивание и вычисление водопоглощения производят по приведенной выше методике. Водопоглощение кирпича должно быть не менее 8%

Отчёт составляется по форме табл. 68

Наименование материала	Масса до насыщения	Масса после насыщения	водопоглощение
1			
2			
3			

Средние значения

8.2. Определение водопоглощения

Лабораторное оборудование и материалы:

ванна, весы, электроплитка. Кирпич.

Испытание кирпича на водопоглощение производят путём насыщения образцов в воде с температурой 15-20 С в течении 48 ч или в кипящей воде в течение 4 ч. Образцы кирпича в количестве 3 ч перед испытанием высушивают при температуре 105—110°C до постоянной массы.

Массу образца считают постоянной, если разница результатов двух последовательных взвешиваний после высушивания не превышает 0,2%. Взвешивание образцов производят после их полного остывания. Время между взвешиваниями, включающее сушку и остывание образцов, должно быть не менее 3 ч.

Образцы-кирпичи укладывают тычком на дно сосуда с водой с температурой 16—20°C так, чтобы уровень воды в сосуде был выше верха образцов на 2—10 см. Образцы выдерживают в воде в течение 48 ч, после чего их вынимают из сосуда, обтирают влажной тканью и немедленно взвешивают. Массу воды, вытекшей из образца на чашку весов, включают в массу насыщенного водой образца.

Водопоглощенные кирпича вычисляют как среднее арифметическое по результатам испытаний трех образцов.

С целью ускоренного определения водопоглощения кирпича можно применять метод кипячения, согласно которому три образца, кирпича укладывают в сосуд с водой, как и в предыдущем случае. Сосуд с водой и погруженными образцами нагревают до кипячения. В кипящей воде образцы выдерживают в течение 4 ч, после чего их охлаждают до температуры 20-30°C путём непрерывного добавления в сосуд холодной воды. Взвешивание и вычисление водопоглощения производят по приведенной выше методике. Водопоглощенные кирпича должно быть не менее 8%

Отчёт составляется по форме табл. 68

Наименование материала	Масса до насыщения	Масса после насыщения	водопоглощение
1			
2			
3			

Средние значения

8.4 Определение предела прочности при изгибе

Оборудование и материалы (см. п. 8.3).

Предел прочности при изгибе определяют путем испытания на гидравлическом прессе целого кирпича, уложенного плашмя на две опоры, расположенные на расстоянии 200 мм одна от другой (рис. 35)



Опоры должны иметь закругления радиусом 10–15 мм. В целях более плотного и правильного прилегания образца к опорам на кирпич укладывают из цементного раствора три полоски толщиной 3 мм и шириной 20–30 мм, или прокладки, две полоски в местах опирания на нижние опоры, одну под опору передающую нагрузку. Подготовленные образцы выдерживают в лаборатории в течение трех суток при температуре 20±5°C до затвердения раствора.

Перед испытанием измеряют размеры поперечного сечения кирпича по середине пролета (между опорами) с точностью до 1 мм. Испытания кирпича проводят на 5-тонном гидравлическом прессе.

Предел прочности при изгибе МПа (кгс/см²):

$$R_{изг} = \frac{3P_{разр} l}{2bh^2}$$

где $P_{разр}$ – разрушающая нагрузка, Н (кгс); l – расстояние между опорами, см; b – ширина кирпича, см; h – высота (толщина) кирпича по середине пролета, см.

Результаты испытаний заносят в таблицу 70.

Таблица 70

№ исп.	Материал	Размеры, см			Предел прочности, $R_{изг}$, МПа
		толщина, h	ширина, b	длина пролета, l	
1		6,5	12	20	
2					
3					
4					
5					

Таблица 71

Марки керамического кирпича

Способ формирования	Марка	Предел прочности, МПа, не менее			
		при сжатии		при изгибе	
		средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца	средний для пяти образцов	наименьший для отдельного образца
Пластическое	300		25		2,2
	250		20		2,0
	200		17,5		1,7
	175		15,0		1,5
	150		12,5		1,4
	125		10		1,2
	100		7,5		1,1
	75		5		0,9

Вопросы;

1. Какие размеры глиняного кирпича?
2. Как определяется марка кирпича?
3. Какие марки кирпича по ГОСТу?

Практическая работа №4

Испытание строительной стали

Цель работы – изучить методы определения механических свойств стали.

Содержание работы:

1. Испытание строительной стали на растяжение.
2. Определение марки по таблице.

3. 3. Определение твёрдости стали по Бринеллю.

Порядок выполнения работы:

1. Испытание стальной стали на растяжение

Лабораторное оборудование и материалы:

Разрывная машина, штангельциркуль, стальной образец (стержень).

При растяжении стали, специально изготовленные образцы доводят до разрыва. При этом определяют основные Механические характеристики стали: предел текучести, предел прочности при растяжении относительное удлинение.

Для испытания стали на растяжение применяют цилиндрические образцы диаметром 3 мм и более, а так же плоские толщиной 0,5 мм и более, с начальной длиной $l_0 = 11,3/F_0$, где F_0 - начальная площадь поперечного сечения образца.

При испытании стали в условиях учебной лаборатории целесообразно иметь образцы $d_0 = 10$ мм. с низким пределом текучести. Форма головок образцов может быть различной, в зависимости от типа захватов разрывной машины.

Перед испытанием цилиндрические образцы тщательно намеряют штангенциркулем с точностью до 0.05 мм. Диаметр d_0 намеряют в трех местах по длине рабочей части, в каждом месте в двух взаимно-перпендикулярных направлениях, ширину и толщину плоских образцов измеряют в середине и по краям расчетной длины образца.

Затем вычисляют площадь поперечного сечения образца F_0 по наименьшим из полученных размеров с точностью до 0,5%. Расчетную длину образца l_0 измеряют с точностью до 0,1 мм. Сталь на растяжение испытывают на разрывных машинах различного типа.

Образец закрепляют в захваты машины и центрируют его

Рис.30 Образцы стали для испытания:

А-цилиндрический ; Б-плоский

Для записи диаграммы растяжения на барабане автоматического самопишущего прибора закрепляют миллиметровую бумагу и устанавливают масштабы нагрузок и деформации.

после установки стрелки шкалы силоизмерителя испытательной машины на нуль включают её двигатель и испытывают образец на растяжение до полного разрушения.

Рис.31. диаграмма растяжения стали

При проведении испытания следят за нарастанием нагрузки по движению стрелки силоизмерителя и за деформацией образца по диаграмме деформации

Результаты испытания стального образца на растяжение получают в виде зависимости между нагрузкой и деформацией. На диаграмме (рис 31)

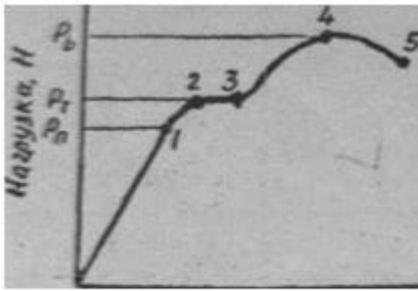


Рис.31. диаграмма растяжения стали

по вертикальной оси откладывают прикладываемые нагрузки, а по горизонтальной оси абсолютное удаление образца .

Рассматриваемая диаграмма имеет характерные участки. Участок

0-1 показывает, что удлинение образца возрастает пропорционально приложенной нагрузке P . Если образец подвергнуть растяжению нагрузкой, равной или меньшей а затем снять эту нагрузку, то образец примет первоначальную, длину, т. е. в нем будут отсутствовать остаточные деформации, точка 1 на кривой растяжения соответствует пределу пропорциональности, т. е. наибольшему напряжению, при котором растяжение металла прямо пропорционально нагрузке.

$$\sigma_n = \frac{P_n}{F_0}, \text{ МПа (кгс/мм}^2\text{)}$$

где P_n —нагрузка ври пределе пропорциональности, N (кгс); F_0 — первоначальная площадь поперечного сечения образца, мм^2

При увеличении нагрузки (свыше P_n) образец удлиняется быстрее, чем возрастает нагрузка. Таким образом пропорциональность нарушается и участок диаграммы переходит в линию 1-2, а затем в горизонтальную линию 2-3, которая указывает, что образец самопроизвольно вытягивается (течет), хотя нагрузка остается постоянной.

Напряжение, при котором происходит течение стада, называется пределом текучести,

При испытании образца стали следят за показаниями стрелки силоизмерителя. Как только сталь достигает предела текучести, стрелка прибора останавливается, а затем вновь начинает двигаться. Значение нагрузки P_t в момент остановки стрелки фиксируют и принимают за нагрузку, соответствующую пределу текучести.

$$\delta_t = \frac{P_t}{F_0}, \text{ МПа (кгс/мм}^2\text{)}.$$

Пределом прочности при растяжении называют то напряжение, которое соответствует максимальной нагрузке, предшествующей разрушению образца.

На диаграмме точкой 4 зафиксировала максимальная нагрузка, которую выдерживает образец.

Начиная с точки 4, деформация концентрируется в одном * каком-либо месте образца, который начинает быстро растягиваться и уменьшать площадь поперечного сечения, при этом нагрузка падает до точки 5, в которой происходят разрыв. Результаты испытаний заносятся в таблицу 63

Таблица 63

№ пп	Диаметр образца, мм	Первоначальные		Длина образца после разрыва 1 мм	Относительное удлинение %	Предел прочности, о, МПа. (кгс/им*)	Предел текучести МПа. (кгс/им*)
		длина образца	Площадь образца				
1							
2							
3							

7.2. Определение марки стали по таблице согласно данным испытания на растяжение

Сравнивая полученные в табл. 63 данные с требованиями ГОСТа, приведенными в табл. 64, делают заключение о марке стали.

Марка стали группы А	Предел текучести, МПа (кгс/мм ²) не менее	Предел прочности при растяжении, МПа (кгс/мм ²)	относительное удлинение
Ст 0	-	Не менее 310 (31)	20—25
Ст1сп, по	-	320—420 (32—42)	31—34
Ст2сп, по	200—230 (20—23)	340—440 (34—44)	29—32
Ст3сп по	210—250 (21—25)	380—490 (38—49)	23—26
Ст4сп, пс	240—270 (24—27)	420—540 (42—54)	21—24
Ст5 Гпс	260—290 (26—29)	460—600 (46—60)	17—20
Стбсп, пс	300—320 (30-32)	Не менее 600 (60)	12—15

3. Определение твёрдости стали.

Лабораторное оборудование и материалы:

Шариковый твёрдомер ТШ, измерительный микроскоп, напильник или наждачный круг, стальные шарики диаметром 1, 2,2,5,5 и 10 мм. Стальные шлифованные пластинки. Для испытания твёрдости металла в лаборатории используют метод Бринелля.

Твёрдость металла определяют путём вдавливания в предварительно отшлифованную поверхность используемого образца. Под определённой нагрузкой стального закаленного шарика.. По диаметру полученного на испытываемом образце отпечатка судят о твёрдости металла.

Для испытания твёрдости металла (стали) по методу Бринелля наиболее распространен прибор ТШ с наконечником, заканчивающимся закаленным шариком диаметром 5 или 10мм. Перед испытанием поверхность стального образца тщательно зачищают напильником или наждачным кругом.

Образец во время испытания не должен прогибаться и смещаться, поэтому его плотно прижимают. Указательную стрелку измерительного прибора устанавливают на нулевое деление и приступают к испытанию.

При шариках $D=10$ мм на образец действует нагрузка 30кН (3000кгс) в течение 30 с.

Диаметр отпечатка полученного на образце, измеряют с помощью измерительного микроскопа с точностью до $0,05$ мм в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Значение диаметра отпечатка должно находиться в пределах:

$$0,2D < d < 0,6D,$$

Где D - диаметр мм; d – диаметр отпечатка, мм.

Если это условие не выдержано, то испытание повторяют, меняя диаметр шарика и нагрузку.

Твёрдость по Бринеллю выражают числом твердости НВ и вычисляют по формуле

$$\frac{2P}{\pi D \sqrt{D^2 + d^2}}$$

$$\text{НВ} = \frac{2P}{\pi D \sqrt{D^2 + d^2}}$$

Где P – нагрузка на шарик, Н (кгс); D – диаметр шарика, мм; d – диаметр отпечатка, мм

В целях упрощения вычисления следует пользоваться готовыми расчётными таблицами, данными в справочнике.

Результат испытания заносится в табл. 65

Таблица 65

Наименование металла	Толщина образца Д, мм	Диаметр шарика Д, мм	Нагрузка Р, Н(кгс)	Диаметр отпечатка, d, мм	Твёрдость по Бринеллю

Литература

ГОСТ 9012-59. Металлы и сплавы. Методы измерения твердости по Бринеллю.

ГОСТ 1497*84. Металлы. Методы испытания на растяжение.

ГОСТ 380-71. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки и общие технические условия.

Вопросы:

1. Что такое сталь?
2. Как определяют марку стали?
3. Какова твёрдость у стали?

Практическая работа №5

Изучение свойств гипса

Цель работы – определить качество строительного гипса.

1. Определение качества строительного гипса

Содержание работы

1. Определение тонкости помола.

2. Определение нормальной густоты.
3. Определение сроков схватывания.
4. Определение предела прочности при изгибе и сжатии.
5. Определение марки гипса.

1. Определение тонкости помола.

Оборудование и материалы:

Сито с сеткой № 02, фарфоровая чашка, технические весы с разновесами, сушильный шкаф. Строительный гипс.

Пробу гипса просушивают в течении 1 часа при температуре 50-55°C в сушильном шкафу. Для этого гипс насыпают ровным слоем в плоскую фарфоровую чашу.

Высушенный гипс хранят до испытания в стеклянной банке с притертой пробкой (для лабораторной работы гипс готовится лаборантом).

На технических весах отвешивают 50г гипса m с точностью до 0,1г.

Навеску высыпают на сито с сеткой № 02 и, закрыв крышкой, просеивают на доньшко.

Просеивание считается законченным, если в течении 1 мин сквозь сито проходит не более 0,05г гипса.

Контрольное просеивание производится на бумагу при снятом доньшке.

Определив массу остатка на сите m_1 , вычисляют тонкость помола гипса как отношение $\frac{m_1}{m} \cdot 100$ или как удвоенный остаток на сите ($2m_1, \%$).

По тонкости помола гипс делится на три вида:

Вид вяжущего	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите № 02, %
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

Результаты испытания заносят в табл. 27:

Таблица 27

№ исп.	навеска, m , г	Остаток на сите, № 02, m_1 , г	Тонкость помола	Индекс степени помола как среднее двух испытаний

.2. Определение нормальной густоты гипсового теста.

Оборудование и материалы:

Медный цилиндр, вискозиметр Суттарда, часы с секундной стрелкой, чаша для затворения, мешалка. Строительный гипс.

Густота гипсового теста определяется с помощью вискозиметра Сутгарда, представляющего собой отполированный латунный цилиндр, поставленный на стекло, под которое подкладывается лист бумаги с нанесенными на нее концентрическими окружностями диаметром до 220 мм. Окружности от 17 до 190 мм находятся через 5 мм, а остальные через 10 мм.

Перед испытанием цилиндр и стекло протирают влажной тканью. Стекло кладут строго горизонтально, а цилиндр устанавливают в центре концентрических окружностей.

Для определения нормальной густоты отвешивают 300 г гипса, всыпают его в сферическую чашу с налитой в нее водой и ручной мешалкой в течение 30 с, перемешивают, начиная отсчет времени от начала гипса в воду. После перемешивания гипса все тесто сразу выливают в цилиндр, установленное на стекле, излишки теста срезают линейкой.

Через 15 с после окончания перемешивания цилиндр быстро поднимают, и гипсовое тесто растекается. Нормальной густотой (консистенцией) считается такая, когда средний диаметр расплыва составит 180 ± 5 мм, что устанавливается по концентрическим окружностям.

Если расплыв получится менее 180 ± 5 мм, то количество воды увеличится на 5-10 мл, а при большем, уменьшают и испытание повторяют. Результаты испытаний заносят в табл. 28.

Таблица 28

№ исп	Масса гипса, г	Масса воды, г	Диаметр расплыва теста, см	Количество воды на 100 г гипса при нормальной густоте
1				
2				
3				

Тесто нормальной густоты готовится для определения сроков схватывания гипса.

Гипс для испытания должен быть подготовлен лаборантом.

3. Определение сроков схватывания.

Оборудование и материалы:

прибор Вика, весы с разновесами, чаша для затворения теста, мерный цилиндр 250 мл, часы с секундной стрелкой, ручная мешалка.

Строительный гипс.

Сроки схватывания определяются на гипсовом нормальной густоты с помощью прибора Вика (рис 12).

Перед началом испытания проверяют свободное движение стержня, нулевое показание стрелки на шкале прибора, когда игла упирается в стеклянную пластинку, чистоту иглы. Кольцо и стеклянную пластинку смазывают слегка машинным маслом. В чашу для затворения теста вливают воду в количестве, дающем нормальную густоту гипсового теста, всыпают 200 г гипса, перемешивая смесь равномерно в течении 30 с мешалкой.

Затем кольцо, установленное на стеклянную пластинку, заполняют приготовленным тестом. Для удаления воздуха пластинку с кольцом встряхивают 4-

5 раз, приподнимая за один конец на 10 мм, излишки раствора срезают линейкой и стекло с заполненным конусом ставят под иглу прибора Вика.

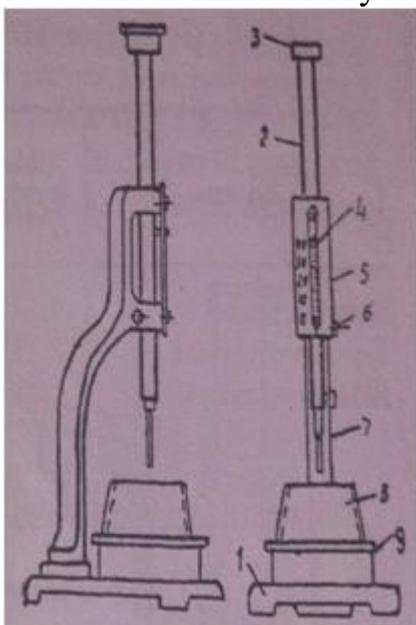


Рис. 12. Прибор Вика: 1-металлическая станина; 2-подвижный стержень; 3— площадка для дополнительного груза; 4-указатель; 5-шкала; 6-зажимной винт; 7-пестик или стальная игла; 8-кольцо; 9-стеклянная пластинка.

Иглу прибора подводят до соприкосновения с поверхностью гипсового теста и зажимают подвижной стержень винтом. Через каждые 30 с отвинчивая винт, дают возможность игле со стержнем свободно опускаться, наблюдая при этом за показанием стрелки. Каждый раз кольцо сдвигают, меняя место погружения иглы, а иглу вытирают. Вначале игла будет доходить до дна кольца, тогда стрелка показывает нулевое деление.

За начало схватывания принимается время с момента затворения гипсового теста до момента, когда игла не будет доходить до дна кольца на 0.5 мм. За конец схватывания принимается время от начала затворения гипсового теста до момента, когда гипсовое загустеет настолько, что игла будет погружаться в него не более чем на 1 мм.

По срокам гипс делится на три вида (см. табл. 29).

Таблица 29

Вид гипс	Индекс строк твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало не ранее	конец не позднее
Быстротвердеющий	А	2	15
Нормальнотвердеющий	Б	6	30
Медленнотвердеющий	В	20	Не нормируется

Результаты испытаний записываются в табл. 30.

Отчет по прибору Вика

Таблица 30

№ погружение иглы	Время отчета через-,с	Показывание по шкале
1	60	0
2	90	

3	120	
4	150	

Вывод: начало схватывания наступило через _____ мин. Конец схватывания наступило через _____ мин _____ с. Индекс строкров твердения (А,Б,В) _____

4. Определение предела прочности при изгибе.

Оборудование и материалы:

Формы размером 40x40x160 мм с насадкой, прибор для испытания образцов на изгиб, секундомер. Строительный гипс.

Для определения предела прочности гипса изготавливаются 3 балочки размером 40x40x160 мм из гипсового теста нормальной густоты.

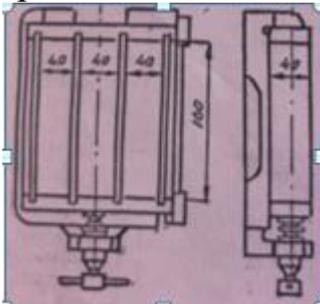


Рис. 13 металлическая форма для изготовления образцов

Для этого в чашу для затворения наливают воду в количестве, соответствующем нормальной густоте 1,5 кг. Гипсового теста.

Отвешивают 1.5 кг гипса, засыпают в чашу с водой и перемешивают мешалкой в течение 60 сек. До получения однородной массы, которую затем заливают в металлическую форму (рис.13)

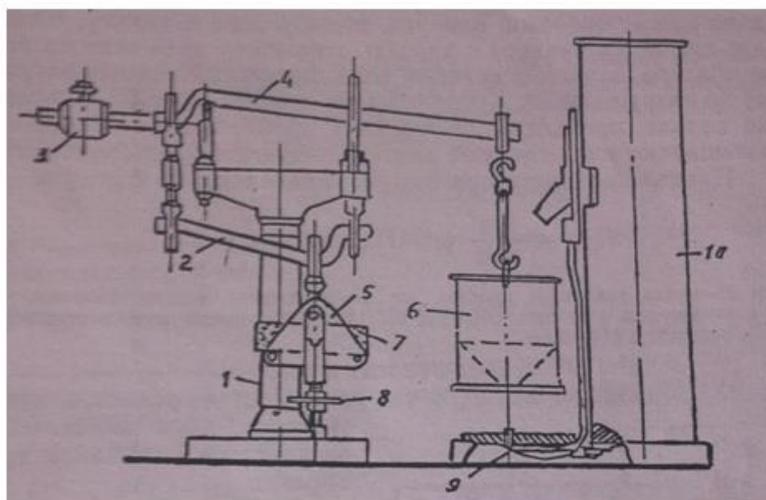


Рис.14. Рычажной прибор Михаэлиса:

- 1-станина; 2-нижний рычаг; 3-передвижной груз; 4-верхний рычаг;
- 5- приспособления для изгиба балочки; 6-ведерко для дробы; 7-образец;
- 8-натяжной механизм; 9-педаль; 10-бункер с дробью.

В каждой форме одновременно изготавливают по 3 образца. Отсеки наполняют одновременно, передвигая чашу с гипсовым тестом равномерно над формой.

Для удаления воздуха после заливки формы встряхивают 5 раз, при поднимании на 10 мм за торцовую сторону и опуская.

После наступления начала схватывания излишки гипсового теста срезают линейкой, передвигая ее по верхним граням формы. Через 15 ± 5 мин. После конца схватывания образцы извлекают из формы и осматривают, грани образцов-балочек, обращенные к боковым стенкам, должны быть параллельны и не иметь отклонений более 0,5 мм.

Через 2 часа после затворения теста образцы балочек испытывают на изгиб на рычажном приборе Михаэлиса (рис.14) или на машине МИИ-100 (рис.15). Перед испытанием система рычагов прибора Михаэлиса приводится в равновесие при снятом ведёрке передвижением груза 3.

Образец балочку устанавливают на опорные валики изгибающего приспособления.

Расстояние между центрами опорных валиков равно 100 мм, а передающий нагрузку валик расположен по середине между опорами. Ведерко, подвешенное к рычагу, подводят под лоток бункера с дробью, открывают задвижку на лотке и дробь, заполняя ведёрко, равномерно увеличивает нагрузку до разрушающей. Когда образец сломается, ведёрко упадёт на педаль, прекратив поступление дробин. Ведёрко с дробью взвешивают и определяют разрушающую нагрузку P_y , Н (кгс).

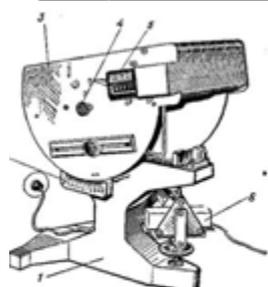
Предел прочности при изгибе определяют по формуле.

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2} \text{ у, МПа или } R_{изг} = 11,1P,$$

Где P - масса ведёрка с дробью, кг; l - расстояние между опорами, см; b и h - ширина и высота образца, см; $у$ - коэффициент при соотношении плеч рычагов $l: 50у = 50$.

Результат испытания заносят в табл. 31.

№ исп	Размеры балочек, см		Расстояние между опорами, l , см	Масса ведерка с дробью, p , кг	$R_{изг}$, МПа
	Ширина, b	Высота, h			
1					
2					
3					



За окончательный результат принимается среднее арифметическое двух наибольших результатов испытаний трёх образцов. Образцы оболочек готовятся лаборантом заранее.

Рис 15
Испытательная
машина МИИ-100

5. Определение предела прочности при сжатии.

Оборудование и материалы :

Гидравлический пресс , две пластинки площадью по 25 см^2 . Половинки образцов балочек, оставшихся после испытания гипса на изгиб.

Предел прочности на сжатие определяют испытанием шести полубалочек.

Каждую половинку балочки помещают между двумя стальными полированными площадью 25 см² (рис 16). Балочки с пластинками.

помещают между плитами пресса и нагрузку доводят до разрушающей со скоростью 1-0.5 МПа (10±5 кгс/см²) в секунду. Разрушение должно произойти через 5-30 с.

Предел прочности определяют по формуле

$$R_{сж} = P_{разр} / F, \text{ МПа (кгс/см}^2\text{)},$$

где P_{разр} - разрушающая нагрузка, Н (кгс); F-площадь пластинок передающих нагрузку, 25 см². Результаты испытаний заносят в табл. 32.

Таблица 32

№ исп.	Рабочая площадь пластины, F, см ²	Разрушающая нагрузка, P, Н (кгс)	Предел прочность При сжатии, R _{сж} , МПа
1			
2			
3			
4			
5			
6			

За окончательный результат принимают среднее арифметическое четырех из шести испытаний (без наибольшего и наименьшего результатов).

6. Определение марки гипса.

По пределу прочности на сжатие гипс делится на марки ,указанные в табл.33. Сравнивая полученный средний предел прочности с данными табл.33, принимают за марку гипса ближайший меньший показатель.

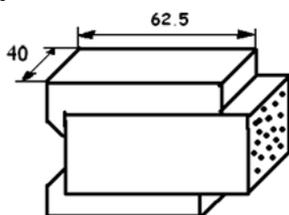


Рис. 16. Схема подготовки, образца для испытания

таблица 33

Марка гипса	Предел прочности образца-балочек в возрасте 2 ч, МПа (кгс/см ²)		Марка гипса	Предел прочности образцов-балочек в возрасте 2 ч, МПа (кгс/см ²)	
	При сжатии	При изгибе		При сжатии	При изгибе

Г-2	2 (20)	1,2 (12)	Г-10	10 (100)	4,5 (45)
Г-3	3 (30)	1,8 (18)	Г-13	13 (130)	5,5 (55)
Г-4	4 (40)	2,0 (20)	Г-16	16 (160)	6,0 (60)
Г-5	5 (50)	2,5 (25)	Г-19	19 (190)	6,5 (65)
Г-6	6 (60)	3,0 (30)	Г-20	22 (220)	7,0 (70)
Г-7	7 (70)	3,5 (35)	Г-25	25 (250)	8,0 (80)

На основании свойств, определённых в пунктах 4.1.1; 4.1.3;

4.1.5; определяется условное обозначение гипса, характеризующее его свойства. Например, для гипсового вяжущего с пределом прочности на сжатие 5,2 МПа, началом схватывания 5 мин, концом схватывания 9 мин и остатком на сите № 02 9%, т.е. вяжущего марки Г-5, быстротвердеющего, среднего помола условное обозначение будет иметь

Вопросы:

1. Что такое гипс?
2. Какие сроки схватывания гипса?
3. Какие изготавливают образцы для определения прочности?

Практическая работа №6

Определения физико-механических свойств портландцемента

Цель работы - изучить свойства портландцемента.

Содержание работы:

1. Определение плотности цемента в рыхлонасыпном состоянии.
2. Определение тонкости помола.
3. Определение нормальной густоты цемента.
4. Определение сроков схватывания.
5. Определение равномерности объёма цемента при твердении.
6. Определение предела прочности цемента при изгибе и сжатии.
7. Марки цемента.

1. Определение плотности цемента в рыхлонасыпном состоянии.

Оборудование и материалы:

Весы чашечные или циферблатные, прибор для определения насыпной плотности цемента, металлическая линейка.

Портландцемент.

Для определения плотности цемента в воронку прибора (см. рис. 4) при закрытой задвижке насыпают около 2 кг испытуемого цемента, под трубку устанавливают предварительно взвешенный мерный цилиндр массой m_1 с известным объёмом (например, 1000 см^3), открывают задвижку и заполняют сосуд. Затем задвижку закрывают и осторожно металлической или деревянной линейкой срезают излишек цемента вровень с кромьями цилиндра. При этом сосуд должен уплотниться и его плотность увеличится.

Сосуд с цементом взвешивают и определяют насыпную плотность по формуле

$$\rho_{\text{нп}} = \frac{m_2 - m_1}{V} \text{ г/см}^3$$

где m_1 -масса цилиндра, г; m_2 -масса цилиндра с цементом, г; V -объём цилиндра, см^3 .

Результаты испытаний заносят в табл. 34.

Таблица 34

№ исп.	Масса цилиндров, m_1 , г	Масса цилиндра с цементом, m_2 , г	Насыпная плотность $\rho_{\text{нп}}$ г/см ³
1			
2			

Среднее

За окончательный результат берётся среднее арифметическое значение двух испытаний. Расхождение между двумя испытаниями не должно превышать 0.02 г/см^3 . Насыпная плотность цемента в рыхлом состоянии колеблется от 950 до 1350 кг/м^3 .

2. Определение истинной плотности цемента.

Оборудование и материал:

Объемометр Ле-Шателье, технические весы с разновесами, штатив, воронка, термометр, сосуд с водой.

Объемометр (см. рис. 5) наполняют до нижней нулевой черты безводным керосином, инертным по отношению к цементу. После этого свободную от жидкости часть (выше черты) тщательно протирают тампоном из фильтрованной бумаги.

Затем объемометр помещают в стеклянный сосуд с водой, имеющей температуру 20 .

В воде объемометр остаётся всё время, пока идёт испытание. Чтобы объемометр в этом положении не всплывал, его закрепляют на штативе так, чтобы вся градуированная часть шейки находилась в воде. Для испытания используют пробу цемента, предварительно высушенную в сушильном шкафу при температуре 105-110 в течение 2 часов охлаждённую в эксикаторе.

От этой пробы цемента с точностью до 0.01 г отвешивают 65 г и высыпают в прибор ложечкой через воронку небольшими порциями. После того как вся проба цемента засыпана в прибор, уровень жидкости в приборе поднимается до одного из делений в пределах верхней градуированной части. Для удаления пузырьков воздуха, которые могут удерживаться на частицах цемента, прибор вынимают из сосуда и в наклонном положении поворачивают в течении 10 мин на гладком резиновом коврике. После этого прибор снова помещают в сосуд с водой. Затем производят отсчёт уровня жидкости в приборе.

Истинная плотность цемента (г/см^3)

$$P = \frac{m}{v} \text{ (г/см}^3\text{)}$$

Для определения истинной плотности проводят два испытания одного и того же цемента и из полученных результатов вычисляют среднее арифметическое.

Расхождение между определениями не должно превышать $0,02 \text{ г/см}^3$. При большей разнице испытания повторяют до тех пор, пока это условие не будет выполнено. Результаты испытаний заносят в табл. 35

Таблица 35

№ исп	Навеска цемента, м,г	Объём вытесной жидкости, v, см ³	Истинная плотность, P _ц , г/см ³
1			
2			

Пробы цемента для лабораторной работы готовятся заранее лаборантом.

3. Определение тонкости помола.

Оборудование и материалы:

Сито с сеткой № 008, прибор для механического просеивания, технические весы с разновесами, портландцемент.

Тонкость помола определяется ситовым анализом с помощью прибора для механического просеивания цемента. Для испытаний отвешивают 50 г цемента ,

предварительно высушенного в сушильном шкафу в течении 2 ч при температуре 105-110 °С, и насыпают его на сито. Закрыв сито крышечкой, устанавливают его в прибор и включают электродвигатель на 6-7 минут, затем его выключают, извлекают сито, снимают крышку и поддон.

Чтобы проверить окончание просеивания, выполняют контрольное просеивание вручную на листе глянцевого бумаги. Просеивание считается законченным, если в течении 1 мин через сито проходит не более 0,05 г цемент. По окончании просеивания остаток на сите взвешивают с точностью до 0,01 г. Тонкость помола определяют как остаток на сите с сеткой № 008 в процентах от первоначальной массы просеиваемой пробы. Тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании проходило не менее 85% пробы, а остаток на сите был не более 15%.

Если в лаборатории отсутствует прибор для механического просеивания, навеску просеивают через то же сито вручную.

Подготовка пробы цемента проводится заранее лаборантом. Тонкость помола вычисляется по формуле:

$$T = \frac{m_1}{m} 100, \quad ,$$

где m-взятая навеска цемента, г; m₁-остаток на сите, г.

Результаты испытаний заносят в табл. 36

таблица 36

№ п/п	Навеска цемента, m	Остаток на сите № 008, m ₁	Тонкость помола, T, %
1	50		
2	50		

среднее

В отчете дается заключение о составлении тонкости помола цемента ГОСТу.

4. Определение нормальной плотности цементного теста.

Оборудование и материалы:

Прибор Вика, лабораторная мешалка или сферическая чаша с лопаткой для перемешивания, весы с разновесами, мерный цилиндр 250 мл, часы с секундной стрелкой, нож, Портландцемент.

Нормальную плотность цементного теста определяют на приборе Вика(см. рис. 12), заменив иглу прибора пестиком.

Масса подвижного стержня прибора вместе с пестиком должна быть 300±2 г, для чего снимают дополнительный груз с площадки. Перед началом испытания проверяют свободное падение подвижного стержня прибора, чистоту пестика, положение стрелки, которая должна стоять на 0 при соприкосновении пестика со стеклянной пластинкой, смазывают кольцо и пластинку тонким слоем машинного масла.

Для приготовления цементного теста отвешивают 400 г испытуемого цемента, высыпают его в сферическую металлическую чашку, предварительно протертую влажной тканью. В цементе делают углубление, в которое в один прием выливают предварительно отмеренную воду. Для первого пробного затворения цемента может быть ориентировочно принято 110-112 см³ воды, т.е. 25-28% от массы цемента.

Углубление, в котором была налита вода, с помощью стальной лопатки заполняют цементом и через 30 с после этого начинают перемешивание.

Продолжительность перемешивания с момента затворения цемента водой 5 мин. После окончания перемешивания цементное тесто укладывают в один прием в кольцо, которое пять-шесть раз встряхивают, постукивая пластинкой с прижатым к ней кольцом о поверхность стола. Избыток цементного теста срезают ножом, предварительно протёртым влажной тканью.

Кольцо на стеклянной пластинке ставят под стержень прибора Вика, пестик приводят в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют его в таком положении зажимным винтом. Затем быстро отвинчивают зажимной винт, и стержень вместе с пестиком свободно погружается в тесто. Через 30 с с момента освобождения стержня по шкале прибора фиксируют глубину погружения пестика.

Густота цементного теста считается нормальной, если пестик не доходит до стеклянной пластинки на 5-7 мм. Если он, погружаясь в цементное тесто, становится выше, то опыт повторяют с большим количеством воды, а если ниже-с меньшим, добываясь погружения пестика на глубину, соответствующую нормальной густоте теста (5-7 мм). Количество вливаемой воды для получения теста нормальной густоты, выраженное в процентах от массы цемента (водоцементное отношение), определяют с точностью до 0,25%.

Результаты испытаний заносят в табл. 37.

Таблица 37

№ исп.	Масса цемента, Ц, г	Масса воды, В, г	Глубина погружения пестика по шкале, мм	Количество воды для теста, нормальной густоты В/ц-100, %
1				
2				
3				

5. Определение сроков схватывания цементного теста.

Оборудование и материалы:

прибор Вика с иглой, лабораторная мешалка, чаша, весы с разновесами, мерный цилиндр 250 мл, часы с секундной стрелкой. Портландцемент.

Сроки схватывания цементного теста определяются прибором Вика, в котором пестик заменяется иглой, а на площадку помещается грузик, сохраняющий массу подвижной части 300 ± 2 г. Сроки схватывания определяют на тесте нормальной густоты, которое готовят по указаниям п. 4.2.4.

Определение сроков схватывания производится так же, как в п. 4.1.3. За начало схватывания принимают время с момента затворения цемента водой до момента, когда игла не дойдет до стеклянной пластинки на 1-2 мм.

За конец схватывания принимают время от начала затворения цементного теста до момента, когда игла будет погружаться в тесто не более чем на 1-2 мм. Иглу погружают в тесто через каждые 10 мин. В начале испытания, чтобы не погнуть иглу, её слегка придерживают, когда тесто загустеет настолько, что опасность

повреждения иглы будет исключена, игле дают возможность опускаться свободно. Место погружения иглы меняют, передвигая кольцо, иглу вытирают мягкой тканью или фильтрованной бумагой.

Начало схватывания портландцемента, портландцемента с минеральными добавками, шлакопортландцемент и пуццоланового с минеральными добавками, шлакопортландцемент и пуццоланового портландцемента должно наступать не ранее 45 мин, а конец схватывания-не позднее 10 ч с момента затворения цементного теста водой.

Результаты испытаний заносят в табл. 38.

Таблица 38

Время затворения	Начало схватывания	Конец схватывания
_____ ч _____ мин	через ____ ч ____ мин	через ____ ч ____ мин

Конец схватывание цемента учащиеся не определяют. Вывод о пригодности цемента по срокам схватывания...

Сроки схватывания могут определяться также шестигнездовым автоматическим прибором АПСС по инструкции, приложенной к прибору.

6. Определение равномерности изменение объёма цементного теста при твердении.

Оборудование и материалы

Оборудование по п. 4.2.4, бачок для кипячения, ванна с гидравлическим затвором, электроплитка. Портландцемент.

Равномерность изменение объёма цементного теста определяется кипячением в воде образцов-лепешек. Для проведения испытания готовится тесто нормальной густоты.

Отвешивают навески теста по 75 г, каждую из которых превращают в шарики, укладывают на стеклянные пластинки, протертые машинным маслом. Лёгким постукиванием пластинки о стол превращают шарик в лепешку диаметром примерно 7-8 см и высотой в центре около 1 см. Поверхность лепешек заглаживают мокрым ножом от краев к середине с тем, чтобы придать им сферическую поверхность и острые края. Приготовленные таким образом лепешки выдерживают на стеклянных пластинках 24 ч в ванне с гидравлическим затвором над водой при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Затем лепешки 6 снимают и кладут на решетчатую полку 5 бачка 4 для кипячения (рис.17)

Для поддержания постоянного уровня воды в бачке он соединен резиновым шлангом 7 с регулятором уровня воды 1.

С помощью подвижной трубки 2 уровень воды в бачке устанавливают на 4-6 см выше поверхности лепешек. Бачок закрывают крышкой 3 и ставят на нагревательный прибор.

Воду в бачке за 30-45 мин доводят до кипения, которое поддерживают 3 ч. После кипячения лепешки охлаждают в бачке и сразу осматривают.

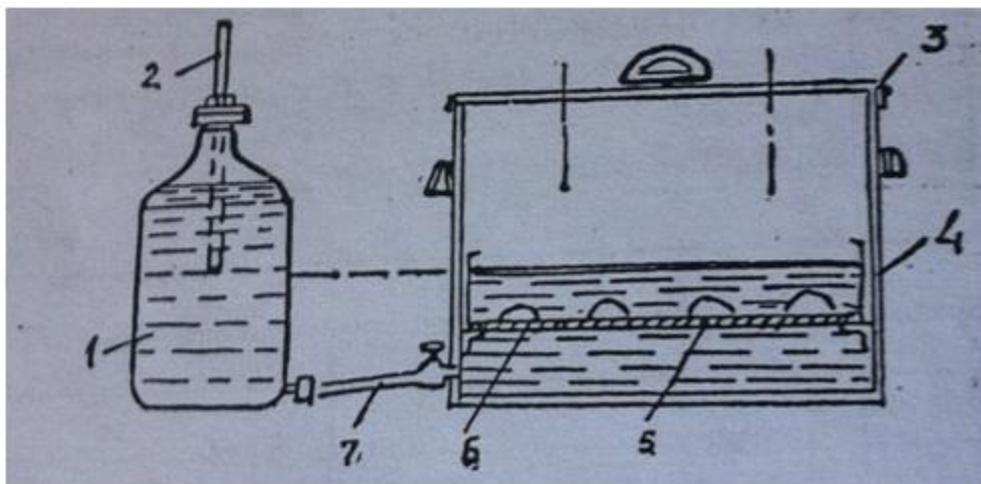


Рис. 17. Бачок для испытания лепешек кипячением с регулятором уровня воды:
1-регулятор уровня воды; 2-подвижная трубка; 3-крышка; 4-бачок; 5-решетчатая полка; 6-лепешки; 7-резиновый шланг;

Цемент соответствует требованиям стандарта, если на лицевой стороне лепешек, подвергнутые испытанию кипячения, нет радиальных, доходящих до краев, трещин или сетки мелких трещин, видимых в лупу или невооруженным глазом, а также каких-либо искривлений и увеличения объема лепешек. (рис.18 и 19).

7. Определение предела прочности цемента на изгиб и скажите.

Оборудование и материалы:

Лабораторная мешалка, встряхивающий столик, форма-Конус, стальная штыковка, разъемные формы балочек с насадками, виброплощадка, прибор для испытания балочек на изгиб, гидравлический пресс, пластинки для передачи давления на половинки балочек, циферблатные весы, ванна с гид-равлическим затвором, сферическая металлическая чаша диаметром 400мм и высотой в центре 100мм, стальная круглая лопатка. Портландцемент, песок, вода.

Для определения предела прочности цемента при изгибе и сжатии готовят образцы балочек размером 40X40X160 мм из цементного раствора состава 1:3 (1 весовая часть цемента, 3 весовые части песка).

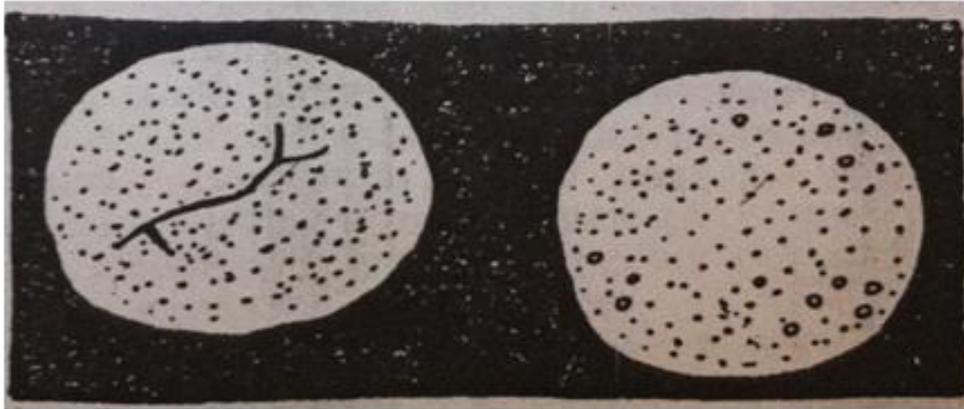


Рис. 18. Лепешки, выдержавшие испытание

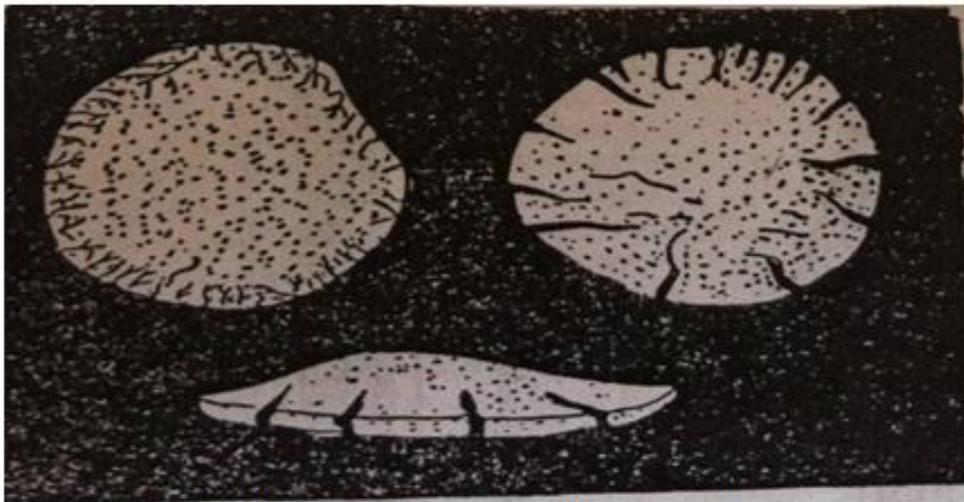


Рис. 19. Лепешки, не выдержавшие испытание

Для определения нормальной консистенции цементного раствора и водоцементного отношения (В/Ц) отвешивают 500 г цемента, 1500 г песка, высыпают их в сферическую чашу и перемешивают сухую смесь в течение 1 мин.

Затем в центре сухой смеси делают лунку и вливают в нее 200 г воды (В/Ц=0,4). После того как вода впитается, еще раз перемешивают смесь в течение 1 мин, затем переносят ее в механический смеситель и перемешивают в течение 2,5 мин (20 оборотов чаши-мешалки).

По окончании перемешивания определяют консистенцию цементного раствора. Для этого используют встряхивающий столик и металлическую форму-конус (рис. 20).

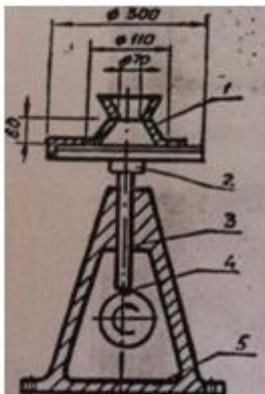


Рис. 20 форма-конус

После окончания перемешивания раствор укладывают в форму-конус встряхивающего прибора.

Перед укладкой смеси конус внутреннюю поверхность его и стеклянный диск слегка увлажняют. Форму-конус с насадкой ставят в центре стеклянного диска. Растворную смесь укладывают в конус на половину его высоты и уплотняют металлической штыковкой 15 раз. Затем наполняют конус с небольшим избытком и штыкуют ещё 10 раз. Во время укладки и уплотнения раствора конус прижимают рукой к стеклянному диску.

После уплотнения верхнего слоя снимают насадку с конуса, излишек раствора срезают ножом, форму-конус медленно снимают, чтобы не сдвинуть раствор. Затем, вращая рукоятку маховика, встряхивают столик 30 раз в течение 30 с, при этом конус цементного раствора расплывается. С помощью штангенциркуля или концентрических окружностей, нанесённых на стекле, измеряют расплыв конуса по нижнему основанию двух взаимно перпендикулярных направлениях. Консистенцию раствора считают нормальной, если расплыв конуса оказался равным 106-115 мм. При меньшем или большем расплыве конуса раствор приготавливают заново, несколько увеличивая или уменьшая количество воды. Потребное количество воды, необходимое для получения раствора нормальной густоты, выраженное водоцементным отношением (В/Ц) заносят в рабочий журнал.

Для приготовления образцов-оболочек берётся раствор нормальной густоты (можно использовать раствор предыдущего опыта).

Образцы-балочки формируют в трёхгнездовых металлических формах внутреннюю поверхность стенок и поддона формы слегка смазывают машинным маслом. На собранную форму надевают металлическую насадку и густой смазкой промазывают снаружи стык между ними.

Для уплотнения раствора подготовленную форму с насадкой прочно закрепляют на стандартной лабораторной виброплощадке, создающей вертикальные колебания с амплитудой 0,35 мм и частотой 2800-3000 кол./мин.

Раствор укладывают в гнезда формы слоем около 1 см и включают виброплощадку. В течение 2 мин вибрации все три гнезда формы равномерно заполняют небольшими порциями раствора. По истечении 3 мин от начала вибрации виброплощадку выключают и с неё снимают форму. Ножом, смоченным водой, срезают излишек раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями формы и маскируют образцы.

Готовые образцы в формах хранят в ванне с гидравлическим затвором в течение 24 ч, затем осторожно расформовывают и укладывают в горизонтальном положении в ванну с водой, где хранят их до момента испытания. Образцы в воде не должны соприкасаться один с другим.

Необходимо, чтобы уровень воды в ванне был выше верха образцов не менее чем на 2 см. Температуру воды в ванне поддерживают 20±2 С. Воду, в которой хранят образцы, рекомендуется менять через каждый 14 дней. Для определения марки цемента образцы-балочки в возрасте 28 суток с момента их изготовления испытывают на изгиб, а затем каждую производится на машине МИИ-100 .

Образец-балочку параллельным сторонами устанавливают на опоры изгибающего устройства 10 (расстояние между центрами опор 100 мм). Стрелку 12 устанавливают на 0 шкалы 11, перемещая винт 3 с грузом вдоль прорези 2. Маховиком 9 создают первичное натяжение валика 7 до деления плавно перемещая груз, увеличивает усилие на испытываемую балочку до разрушения.

Машина снабжена счетчиком 5, который автоматически показывает напряжение в балочке в каждый данный момент. При разрушении балочки на счетчике остается показание предела прочности при изгибе.

Результаты испытания трех балочек заносят в табл. 39.

№Испыт.	Предел прочности при изгибе, $R_{изг}$	Среднее значение двух наибольших результатов, $R_{изг}^{cp}$
1		
2		
3		

8 Испытания на изгиб можно проводить на приборе Михаэлиса по описанию

Полученные после испытания на изгиб в результате излома шесть половинок балочек сразу же подвергают испытанию на сжатие на гидравлическом прессе . Для передачи нагрузки на половинки балочек применяют плоские стальные шлифованные пластинки площадью 25 см².

Каждую половинку балочки помещают между двумя пластинками таким образом, чтобы боковые грани , которые при изготовлении прилегали к продольным стенкам формы, совпадали с рабочими поверхностями пластинок(см. рис. 16).

Упоры пластинок должны плотно прилегать к торцевой гладкой стенке образца. При испытании образца на сжатие скорость увеличения нагрузки должна быть около 5 кН/с.

Предел прочности при сжатии МПа (кгс/см²) вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P_{разр}}{F}$$

где $P_{разр}$ – разрушающая нагрузка , Н (кгс) , F- площадь пластинки , см².

Результаты испытания заносят в табл. 40.

№ испыт.	Площадь сжатия (пластинки). F_1 см ²	Разрушающая нагрузка, $P_{разр}$. Н	Предел прочности на сжатие, МПа	Среднее значение на $R_{сж}$ четырёх наибольших результатов

1				
2				
3				
4				
5				
6				

9. Определение марки цемента.

Полученные пределы прочности при изгибе и сжатии сравнивают с требованиями ГОСТа (табл. 41) и делают заключение о марке испытанного цемента.

В отчете под табл.41 делается заключение о пригодности цемента и определяется его марка.

Таблица 41

Цемент	Марка	Предел прочности в возрасте 28 суток, кгс/см ² (МПа)	
		При изгибе	При сжатии
Портландцемент	и 400	55 (5,5)	400 (40)
портландцемент	с 500	60 (6,0)	500 (50)
минеральными добавками	550	62 (6,2)	550 (55)
Шлкопортландцемент	600	65 (6,5)	600 (60)
	300	45 (4,5)	300 (30)
	400	55 (5,5)	400 (40)
	500	60 (6,0)	500 (50)

Литература

1. ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия.
2. ГОСТ 23789-79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
3. ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы испытаний.
4. ГОСТ 310.4-81 Цементы. Методы испытаний.
5. ГОСТ 30744-2001. Цементы. Методы испытаний с использованием фракционного песка.

Вопросы:

1. Что такое цемент?
2. Какие свойства цемента?
3. Какая нормальная густота цемента и что это такое?

Практическая работа №7

Испытание строительного битума

Цель работы – изучить методы определения свойств строительных битумов.

Содержание работы:

1. Испытание строительных битумов.

2. Определение твердости битумов.
3. Определение температуры размягчения.
4. Определение растяжимости битума.
5. Определение марки битума.

Порядок выполнения работы

1. Испытание строительного битума

При испытании строительных битумов для контрольной пробы берут по 0,5 кг битума от каждой партии. Битум необходимо обезводить, для чего чашку с пробой помещают в сушильный шкаф на песчаную баню и доводят до подвижного состояния, нагревая твердые и полутвердые битумы до температуры не выше 120-180°C в зависимости от их вязкости. Затем расплавленный битум процеживают через сито № 07 и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха. После остывания проба битума считается подготовленной к проведению испытаний.

2. 1. Определение твердости битума. Оборудование и материалы: пенетрометр, сито с металлической сеткой №07, стеклянная палочка, кристаллизатор, металлическая чашка, водяная баня, термометр, секундомер. Строительный битум, бензин.

Твердость битума определяют с помощью прибора-пенетрометра. По глубине проникновения в битум иглы приборе под нагрузкой 1Н (0,1кгс) в течение 5 с при температуре 25°C судя о его вязкости. Вязкость выражается в градусах отклоненная стрелки приборов, причем 1° соответствует глубине проникновения иглы на 0,1мм. Пенетрометр (рис.36)



состоит из металлического штатива, нижняя часть которого представляет собой опорную площадку с тремя установочными винтами для приведения ее в горизонтальное положение. К опорной площадке прикреплен вращающийся предметный столик для установки кристаллизатора с металлической шашкой, в которую помещают испытуемый битум. На верхнем кронштейне штатива укреплен циферблат, разделенный на 360°, и контактная рейка (кремальера), движение которой передается стрелки циферблата. На нижнем кронштейне закреплен свободно падающий стержень с иглой и грузом общей массой $100 \pm 0,01$ г, удерживаемый стопорной кнопкой. Сбоку к стойке шарнирно прикреплено зеркало. Стальная игла пенетрометра должна быть закреплена и тщательно отполирована. Острие иглы должно быть затуплено

Предварительно обезвоженный и процеженный битум расплавляют в песчаной или масляной бане или в сушильном шкафу до подвижного состояния, наливают в металлическую чашку, чтобы поверхность ебго была более чем на 5 мм ниже верхнего края чашки, и быстрым движением горячей спички удаляют пузырьки воздуха. Затем битум помещают в баню с водой нагретой до 25°C и оставляют на 1ч до испытания. Высота слоя воды над битумом должна быть не менее 10мм. Температуру в бане поддерживают постоянной, колебания температуры воды не должны превышать $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

По истечении 1 ч кристаллизатор вместе с водой и чашкой устанавливают на столик, пенетрометра подводят острие иглы к поверхности битума, при иглы должна слегка касаться битума, но не входить в него. Для облегчения этой операции служит зеркало. Кремальеру доводят до верхней площадки стержня, несущего иглу, и устанавливают стрелку на нуль или отмечают ее положение, после чего одновременно пускают секундомер и нажимают стопорную кнопку, давая игле свободно входить в битум в течение 5 с. По истечении этого времени кнопку отпускают. Затем доводят нижнюю часть кремальеры до верхней площадки стержня с иглой, и стрелка, передвигающаяся вместе с кремальерой, показывает в градусах расстояние, пройденное иглой за 5 с.

Определение повторяют три раза в различных точках на поверхности битума, отстоящих не менее чем на 10 мм от краев чашки и одна от другой. Среднее арифметическое этих определений дает значение проникания иглы в градусах, соответствующее глубине проникания иглы в десятых долях мм

Расхождение между результатами определения глубины проникания иглы (град); полученными в каждом из трех опытов, не должны превышать следующих значений:

Глубина проникания иглы, град	Допускаемые расхождения, град
До 50	2
Свыше 59 до 150	4
Свыше 150 до 250	6
Свыше 250	3% от среднего результата

При больших расхождениях результатов испытание следует повторить. После каждого погружения иглу вынимают из гнезда, обмывают бензином острие и насухо вытирают чистой сухой тряпочкой или ватой. Результаты испытаний заносят в таблицу 72.

Таблица 72

Прибор	№ испытаний	Температура испытания, °C	Глубина проникновения иглы, град	Марка битума

2. Определение температуры размягчения.

Оборудование и материалы:

прибор «Кольцо и шар», термометр до 200°C, стеклянная пластинка, нож для срезания битума, источник нагрева (электрическая плитка, газовая горелка, спиртовка). Строительный битум, дистиллированная вода, глицерин, тальк.

Прибор «Кольцо и шар» (рисунок 37) состоит из трех металлических дисков, соединенных между собой металлическими стержнями. В среднем диске имеются два отверстия, в каждое из которых вставляют латунные кольца. В середине верхнего диска имеется отверстие для термометра.

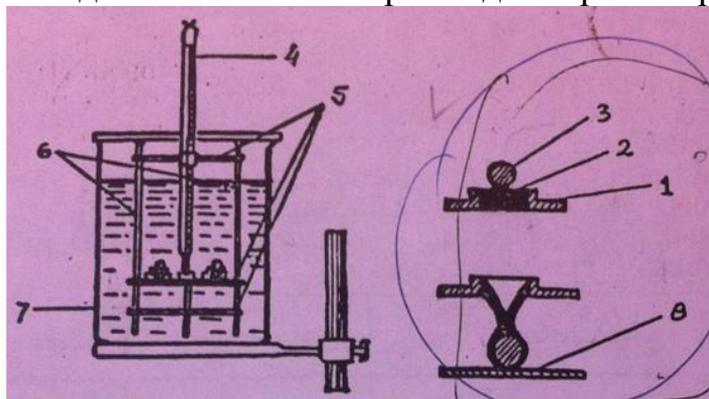


Рисунок 37. Прибор «Кольцо и шар» для определения температуры размягчения

1 – латунное кольцо; 2 – битум; 3 – стальной шарик; 4 – термометр; 5 – металлические диски; 6 – металлические стержни; 7 – стакан; 8 – нижний диск.

Подготовленный битум наливают с некоторым избытком в латунные кольца, помещенные на стеклянную пластинку, покрытую смесью талька с глицерином (1:3). После охлаждения в течение 20 минут при температуре $25 \pm 10^\circ\text{C}$ избыток битума срезают нагретым ножом вровень с краями колец.

Затем кольца с битумом кладут в отверстия среднего диска и прибор помещают в химический стакан, наполненный свежeproкипяченной водой с температурой $5 \pm 1^\circ\text{C}$ и выдерживают в течение 10 минут. Уровень воды в стакане должен быть выше поверхности битума в кольцах не меньше чем на 5 см. По истечении 10 минут кольца из стакана вынимают и в центр каждого кольца на поверхность битума кладут стальной шарик весом 3,5 грамм и диаметром 9,53 мм. Затем кольца опять ставят в стакан с водой, а стакан нагревают на плитке или горелке. Скорость нагрева стакана с водой (после первых 3 минут) должна быть $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ в минуту. Нагревают до тех пор, пока шарик с размягчившимся битумом не коснется нижнего диска. В момент соприкосновения шарика отсчитывают температуру размягчения битума.

Если предполагаемая температура размягчения битума от 80 до 110°C , то вместо воды в стакан наливают глицерин и кольцо с битумом перед испытанием выдерживают в воде с глицерином 10 мин при температуре $32 \pm 1^\circ\text{C}$. Расхождения между двумя параллельными определениями не должны превышать $1-2^\circ\text{C}$.

Испытания проводят два раза, и температуру размягчения вычисляют как среднее арифметическое значение двух определений.

Результаты испытаний заносят в табл. 73.

Прибор	№ испытаний	Температура размягчения, °C	Марка битума
--------	-------------	-----------------------------	--------------

.3. Определение растяжимости битума.

Оборудование и материалы:

Дуктилометр, разъемные формы – «восьмерки», стеклянная пластинка, термометр, водяная баня, металлическая сетка № 07, секундомер, нож для срезания битума. Строительный битум, глицерин, соль, тальк.

Растяжимость характеризуется длиной нити битума в момент ее разрыва при температуре 25 °С и скорости вытягивания 5 см/мин и выражается в сантиметрах.

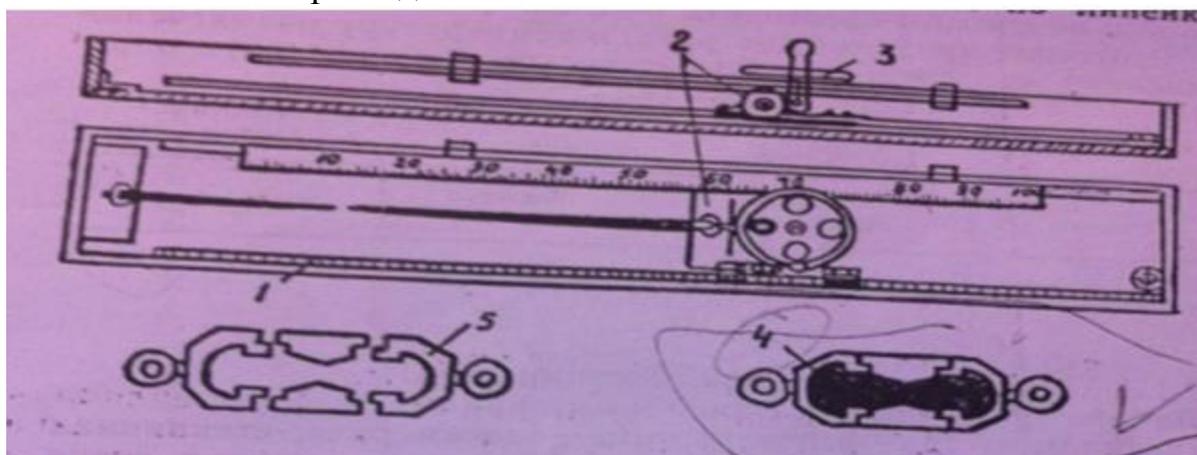
Растяжимость битумов определяют на приборе – дуктилометре (рис 38), который представляет собой пластмассовый или деревянный ящик, покрытый внутри оцинкованной сталью.

По длине ящика проходит червячный винт с насаженными на него двумя салазками, которые передвигаются по винту вручную посредством маховичка или электродвигателя. Ящик снабжен шкалой, по которой скользит указатель, закрепленный на салазках.

На стеклянную пластинку, смазанную глицерином, помещают формы, внутренние поверхности которых предварительно смазывают смесью талька с глицерином.

Затем в эти формы наливают тонкой струей подготовленный битум. Залитый в форму битум оставляют охлаждаться на воздухе в течение 30-40 мин при температуре 20±2 °С. После этого излишек битума в форме срезают горячим острым ножом от середины к краям так, чтобы битум заполнял формы вровень с их краями.

Образец помещают в воду при 25°С на 1 ч, следя за тем, чтобы температура была постоянной. Если плотность битума больше 1, то плотность воды увеличивают, добавляя соль, чтобы битум не тонул. Скорость движения салазок должна быть 5 см/мин. Битумную нить растягивают до тех пор, пока она не оборвется. В момент обрыва делают отсчет по линейке



4. Определение марки битума.

Проводя лабораторные испытания, сравнивают полученные результаты с требованиями ГОСТа, приведенными в табл. 74, и делают заключение о марке битума

Таблица 74

Физико-механические свойства нефтяных битумов

Марка битума	Глубина проникания Иглы при 25° С, 0,1 мм	Растяжимость при 25° С, см, Не менее	Температура размягчения ° С, не ниже

Строительные битумы			
БН 50/50	41-60	40	50
БН 70/30	21-40	3	70
БН 90/10	5-20	1	90

Марка битума	Глубина проникновения иглы при 25°C, 0,1мм	Растяжимость при 25°C, см, не менее	Температура размягчения °C, не ниже
Дорожный битум			
БНД 200/300	201-300	-	35
БНД 130/220	131-200	65	39
БНД 90/130	91-130	60	43
БНД 60/90	61-90	50	47
БНД 40/60	40-60	40	51

Литература

1. ГОСТ 11506-73 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару.
2. ГОСТ 11501-78 Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникновения иглы.
3. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные. Технические условия.
4. ГОСТ 6617-76 Битумы нефтяные строительные. Технические условия.

Вопросы:

1. Что такое битум?
2. По каким свойствам определяется марка битума?
3. Какие виды марок бывают?

Практическая работа №8

Оценка качества песка

Цель работы – изучить методы определения качества песка для растворов и бетонов.

Содержание работы:

1. Определение гранулометрического состава и модуля крупности.
2. Определение содержания в песке глинистых и пылевидных частиц
3. Определение содержания в песке органических примесей
4. Определение пригодности песка для бетона согласно ГОСТу по данным

ОПЫТОВ

Оборудование и материалы:

Стандартный сит с отверстиями 10;5;2,5;1,25;0,63;0,315;0,14 мм, весы с разновесами, совок, сушильный шкаф, песок.

Для определения зернового состава песка применяются ситовой анализ,

Среднюю пробу песка массой 2 кг высушивают, просеивают сквозь сита с отверстиями диаметром 10 и 5 мм. Полученные на ситах взвешивают и вычисляют с точностью до 0,1% содержание в песке зёрен крупностью 5-10 мм (G_{p5}) и выше 10 мм (G_{p10}).

$$G_{p5} = \frac{m_5}{m} * 100, G_{p10} = \frac{m_{10}}{m} * 100?$$

Где m – масса пробы; g ; и -остатки на ситах с отверстиями, равными соответственно 5-10 мм, г.

Остаток на сите с диаметром отверстий 10 мм должен составлять не более 0,5%. Остаток на 5 мм не должен превышать 10%.

Из пробы песка, прошедшего через сито с отверстиями диаметром 5 мм отбирают навеску 1000г, просеивают её ручным или механическим способом через комплект сит, последовательно расположенных по мере уменьшения размеров отверстий в ситах(сита с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм, ниже сита с сетками, имеющими квадратные отверстия размером 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 мм).

Просеивание считается законченным, если при контрольном встряхивании через сито на чистый лист бумаги за 1 минуту проходит не более 0,1% зёрен песка от общей массы просеиваемой навески.

Остатки песка на каждом сите взвешивают и вычисляют частные остатки на каждом сите с точностью до 0,1%.

$$a_i = \frac{m_i}{m} 100.$$

где a_i —частный остаток на сите, %; m_i —масса остатка на данном сите, г; m —масса просеиваемой навески, равная 1000 г.

С точностью до 0,1% определяют полный остаток A на каждом сите как сумму частных остатков на всех ситах, лежащих выше рассматриваемого, плюс частный остаток на данном (рассматриваемом) сите.

$$A = \sum a + a_1,$$

где $2a$ —сумма частных остатков на ситах, лежащих выше рассматриваемого, %; a_i —частный остаток на данном (рассматриваемом) сите, %; A —полный остаток.

Для оценки зернового состава песка и его пригодности для приготовления бетона результаты просеивания (по полным остаткам) сравнивают с данными табл. 45 и графиком (рис. 22).

На графике по оси абсцисс в определенном масштабе откладывают размеры отверстий сит № 0,14; 0,315; 0,63; 1,25; 2,5 и 5,0, а по ординате—значение полных остатков на соответствующих ситах, %.

Данные для построения графика (рис. 22)

	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	M_k	
1	----	0	5	20	35	90	1,5	
2	----	0	10	30	65	90	2,0	
3	0	10	2,5	50	70	95	2,5	
4	0	20	45	70	90	100	3,25	

Таблица 45

Размеры отверстий сит, мм	Полные остатки на ситах для бетона всех конструкций, кроме труб
2,5	0-20
1,25	5-45
0,63	20-70
0,315	35-90
0,14	90-100
Проход через сито 0,14	10-0
Модуль крупности	1,5-3,25

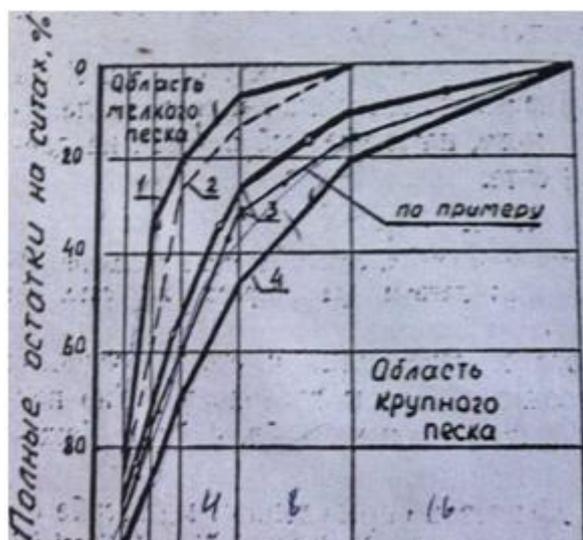


Рис 22, График-зернового состава редкого заполнителя:
 1—допускаемая нижняя граница, крупности "песка, ($M_k=1,5$); 2—рекомендуемая нижняя граница крупности песка ($M_k=2,0$) для бетонов М200 и ниже, а также для бетонов* для безнапорных труб; 3— рекомендуемая нижняя граница крупности песка. ($M_k=2,5$) для бетонов марки М350 и выше, а так же для бетонов для напорных железобетонных труб; 4—допускаемая верхняя граница крупности песка ($M_k=3,25$)

Размеры отверстий сит, мм

Подученные точки соединяют ломаной линией. Если Кривая, характеризующая зерновой состав испытываемого песка, располагается между верхним пределом крупности (линия № 4) и нижний пределом (линией 1, 2 или 3, в зависимости от модуля крупности), то такой песок признают годным для приготовления бетона. Если кривая располагается выше предельных кривых, то песок считается мелким» а если ниже — крупным.

Зерновой состав песка характеризуется также модулем крупности, который вычисляют с точностью до 0,1

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

где $A_{2,5}$; $A_{1,25}$; $A_{0,63}$; $A_{0,315}$; $A_{0,14}$ — полные остатка на ситах, %.

Пески для строительных работ (ГОСТ 5737—77) в зависимости от зернового, состава подразделяют на крупные, средние, мелкие и очень мелкие.

Для каждой группы песков значения M_k и полный остаток на сите с сеткой № 0,83 должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 46.

Таблица 46

Классификация песков по зерновому составу

Группа песка	M_k	Полный остаток на сите
Крупный	Свыше 2,5	Свыше 1,5
Средний	2,0-2,5	30-45
Мелкий	1,5-2,0	10-30
Очень мелкий	1,0-1,5	Менее 10

Пример.

После просеивания навески песка $m=1000$ г. Масса частных остатков песка на каждом сите составила $m_{0,14}=130$ г, $m_{1,25}=160$ г, $m_{0,63}=240$ г, $m_{0,315}=300$ г,

$m_{0,14}=140$ -г; прошло через сито с сеткой № 0,14—30 г>

Вычисляем частные остатки на ситах:

$$a_{2,5} = \frac{m_{2,5}}{m} 100 = \frac{130}{1000} 100 = 13\%$$

$$a_{1,25} = \frac{m_{1,25}}{m} 100 = \frac{160}{1000} 100 = 16\%$$

$$a_{0,63} = \frac{m_{0,63}}{m} 100 = \frac{240}{1000} 100 = 24\%$$

$$a_{0,315} = \frac{m_{0,315}}{m} 100 = \frac{300}{1000} 100 = 30\%$$

Результаты определения частных и полных остатков на ситах испытуемого песка записывают в табл. 47.

Вид остатка ,	Остатки на ситах с размерами отверстий, мм					Прошло через сито с сеткой № 0,14
	2,5	1,35	0,63	0,315	0,14	
Частный, г	130	160	240	300	140	30
Частный, %	13	16	24	30	14	3
Полный, %	13	29	53	83	97	---

Нанесенная на график (см. рис. 22) ломаная линия, характеризующая зерновой состав испытуемого песка, расположена между предельными кривыми, что свидетельствует о пригодности песка для приготовления бетона.

Модуль крупности песка вычислим по формуле

$$M_k = \frac{(A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14})}{100} =$$

$$= \frac{13 + 29 + 53 + 83 + 97}{100} = 2,75$$

По значениям модуля крупности (2,8) и полному остатку на сите с сеткой № 0,63 (53%) испытуемый песок относится к крупному песку (см. табл. 46). Пески с модулем крупности 1,5—2 допускаются применять в бетонах марки до М200 и подводных конструкций мостов.

Пески с $M_k \geq 2,5$ и более рекомендуется применять для бетонов марки М350 и выше. I

В отчете о лабораторной работе заполняется табл. 48, подсчитывается модуль крупности и дается заключение о пригодности песка для бетона.

Остатки на ситах, %	Размер отверстий сит, мм					Прошло сквозь сито 0,14 мм, %
	2,5		0,63	0,315	0,14	
Частные						

Полные						
--------	--	--	--	--	--	--

2. Определение содержания в песке глинистых и пылевидных частиц.

Оборудование и материалы:

весы с разновесами» сушильный шкаф, сосуд для отмучивания (рис. 23), секундомер, песок.

Из пробы песка, высушенного до постоянной массы и просеянного сквозь сито с отверстиями диаметром 5 мм, отвешивают 1000 г, высыпают в сосуд для отмучивания (рис. 23) и заливают водой с таким расчетом, чтобы высота ее слоя над песком была около 200 мм. Песок выдерживают в воде около 2 часов, периодически перемешивая его стеклянной палочкой.

По истечении 2 часов песок энергично перемешивают и оставляют на 2 мин в покое, затем сливают мутную воду через два нижних сбивных отверстия, оставляя над песком слой воды 30 мм.

После этого доливают в сосуд чистую воду до первоначального уровня, энергично перемешивают, оставляют в покое на 2 мин и вновь сливают воду, как описывалось ранее. Песок промывают до тех пор, пока сливаемая вода не станет прозрачной. Промытую пробу песка высушивают до постоянной массы и вычисляют суммарное содержание в нем пылевидных, глинистых и илистых частиц с точностью до 0,1%.

$$P_{отм} = \frac{m - m_1}{m} 100$$

Где m -масса навески песка до отмучивания, кг; m_1 -то же после отмучивания, кг.

Испытание проводят дважды и за окончательный результат принимают среднее арифметическое двух определений.

Результаты записывают в таблицу 49.

Для бетона транспортных сооружений содержание в песке глинистых и пылевидных частиц не должно превышать по массе: для ¹ предварительно-напряженных пролетных строений, эксплуатируемых в районах со средней температурой наружного воздуха наиболее холодной пятидневки 40°С, 1 %;

для пролетных строений и мостовых конструкций, эксплуатируемых в условиях переменного уровня

воды, 2 % для напорных труб 2%, а для безнапорных 3%.

и

материалы:

мерные цилиндры на 250 мл—2 шт., 3%

№ испы т	Материалы	Масса песка, кг.		P _{отм} %
		до отмучивания m	после отмучивания, m_1	
1				
2				

3 Определение содержания в песке органических примесей.

Практическая работа №9

Оценка качества щебня

Цель работы – Изучить качество щебня для приготовления бетона.

Содержание работы:

1. Определение гранулометрического состава.
2. Определение средней насыпной плотности.
3. . Определение пустотности.
4. Определенна водопоглощения
5. Определение пригодности щебня для бетона штш сравнения данных опытов и мори ГОСТа.

Порядок работы

1. Определение гранулометрического состава .

Лабораторное оборудование и материалы:

Весы и разновесы, набор сит с отверстиями: 7,5; 10; 12,5; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70 мм, проволоочные кольца-калибры диаметром 90, 100; 110 и 120 мм, сушильный шкаф. Щебень различных фракций.

В зависимости от размера (гравий) (гравиа) подразделяют на фракции, приведенные в табл.50.

Таблица 50

Наибольшая крупность зёрен	Фракция крупного заполнителя, мм
10	От 5 до 10 ила от 3 до 10
20	От 5(3) до 10а свыше 10а до 20
40	От 5 (3) до 10, са. III до 23и св. 20 до 40
70	От 5 (3) до 10, св. 10 до20, св. 20 до 40 а са. 40 до ТО
120	От 5 (3) до 10, св. 10 до 20, св 20, св, до 40 св. 40 до 70, св. 70 до 120

Для бетона гидротехнических в других массивных сооружений допускается применять щебень и гравий фракции свыше 120 до 150 мм.

Щебень и гравии должны применяться, как правило, в виде фракций, отдельно дозируемых при приготовления бетонной смеси.

Для определения зернового состава щебня его высушивают до постоянной массы и берут пробы в количестве 5,10,20, 30 и.50 кг при наибольшей крупности его соответственно 5, 20, 20, 40, 70 и свыше 70 мм.

Каждую фракцию щебня просеивают через набор контрольных сит с отверстиями соответствующими наименьшему размеру зёрен данной фракции d . наибольшему D , среднему $D_{cp}=0,5(d + D)$ и $1,25D$

После отсева каждой фракции определяю взвешиванием частные остатки на каждом сите в граммах а по ним вычисляют частные остатки в процентах.

$$a_1 = \frac{m_1}{m} 100,$$

где a_1 — частный остаток на данном сите, %; m_1 — масса остатка на данном сите, г; m — масса пробы, г.

По данным частных остатков вычисляют полные остатки.

$$A_i = \sum a_1 + a$$

где A_i — полными остаток у рассматриваемом сите, %; a_j — частими остатками, %; a — остаток на рассматриваемом сите, %.

Результаты отсева вносят в табл. 51

Таблица 51

Диаметры отверстий сит, мм	d, мм	Д ср. мм	Д, мм	1,25 д, мм
Частные остатки, г				
Частные остатка, %				
Полные остатки, %				
Нормативные полные остатки, %				

Там, где по техническим требованиям вводятся дополнительные сита, их диаметр также заносит в таблицу. Сравнивая полученные от отсева полные остатки с нормативными, делают заключение о пригодности щебня для бетона по гранулометрическому составу.

Для большей наглядности по результатам испытания строится график, на котором по оси абсцисс откладываются диаметры отверстий контрольных сит, а по оси ординат нормативные значения полных остатков на этих ситах по табл. 51.

Соединяя точки, соответствующие верхним предельным значениям полных остатков, а затем — нижним, получаем предельные кривые. Откладывая на этом графике (рис. 24) полные остатки испытываемого щебня, соединяя полученные точки, получаем кривую отсева. Если кривая не выходит за предельные, то щебень считается пригодным. По такому принципу испытывают все фракции щебня, входящего в бетон.

Содержание различных фракций в крупном заполнителе при подборе состава бетона должно соответствовать указанному в табл. 52.

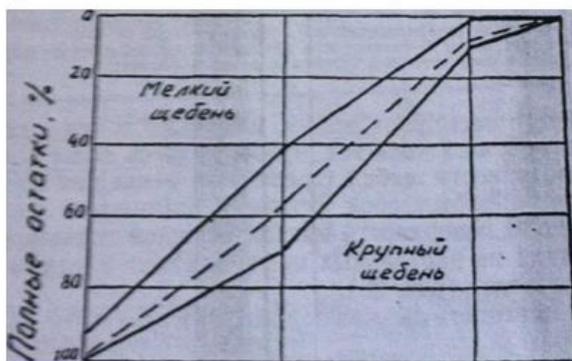
Таблица 52

Наибольшая крупность мм	Содержание фракций в крупном заполнителе, %				
	от 5 до 10	св 10 до 20	св. 20 до 40	св. 40 до 70	св. 70 до 120
20	25—49	60—75			
40	15—И	20—35	40—65		—
70	1»Ч30	15—25	20—35	35—55	
120	5—10	10—20	15—25	20—30	30—40

2. Определение средней и насыпной плотности щебня (гравия)

Лабораторное оборудование и материалы:

Весы настольные циферблатные, весы для гидростатического взвешивания, сушильный шкаф, сосуд для насыщения щебня (гравий) водой, сита из стандартного набора, металлическая щетка. Щебень Полные остатки %



Диаметры отверстий сит

Рис. 24 график зернового состава щебня

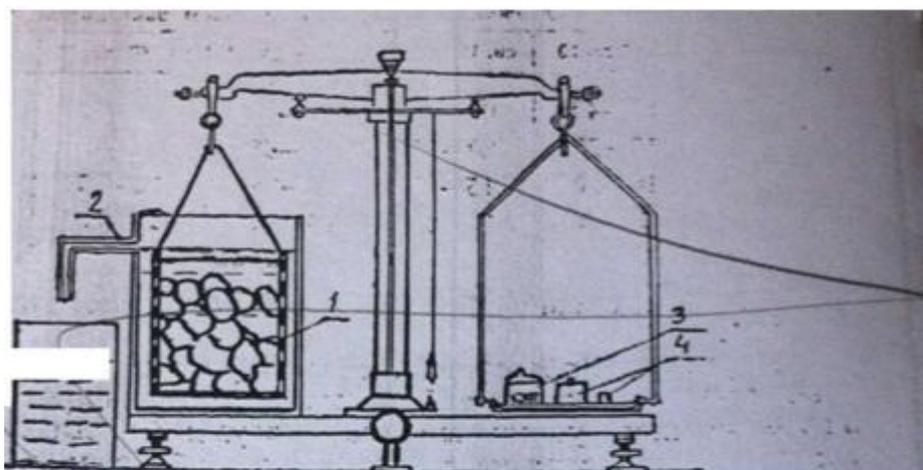


Рис. 25 Гидростатические весы:
сетчатый (перфорированный) стакан; 2—сосуд со сли-
вом для воды; 3—стаканчик с дробью «для
уравновешивания веса сетчатого стакана в воде»

Из щебня крупностью до 40 мм берут пробу массой около 2,5 кг. При испытании щебня (гравия) фракции крупнее 40мм берут пробу массой около 5 кг, зерна крупнее 40 мм дробят до получения частиц размером не более 40 мм. Пробу высушивают до постоянной массы, просеивают через, сито с отверстиями соответствующими наименьшему размеру, зерен данной фракции-щебня (гравия) и из остатка на сите отвешивают две навески по 1000 г каждая. Затем каждую навеску щебня (гравия) насыщают водой погружая в воду комнатной температуры на 2 часа так, чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности щебня (гравия) не менее чем на 20 мм.

После этого пробу щебня (гравия) вынимают из воды, удаляя влагу с их поверхности мягкой - Влажной тканью, и взвешивают сначала на настольных циферблатных весах, а затем на гидростатических (рис. 25)

Среднюю плотность вычисляют по формуле .

$$\rho_0 = \frac{m p_s}{m_1 - m_2}, \text{ г/см}^3$$

Где m —масса пробы в сухом состоянии, г, m_1 —масса пробы в насыщенном водой состоянии на воздухе, г; m_2 —масса пробы в насыщенном водой состоянии в воде, г p_s —плотность воды, равная 1 г/см³.

Результаты испытания заносят в табл. 53.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение двух испытаний, отличающихся друг от друга не более 0,02 г/см³.

Определение насыпной плотности щебня (гравия)

№ исп.	Материал	Масса пробы в сухом состоянии, т, г	Масса пробы в насыщенном состоянии «а воздухе» #fij, г-	Масса проба! в насыщенном состоянии в воде, т%, в*	Средняя плотность
1					
2					

Оборудование и материалы:

Весы настольные циферблатные, сушильный шкаф, мерные цилиндры. Щебень.

Высушенный до постоянной массы щебень при наибольшей крупности 10 мм насыпают с высоты 10 см в предварительно взвешенный мерный цилиндр объемом 5 л до образования конуса, который снимает вровень с краями (без уплотнения)» после чего цилиндр со щебнем (гравием) взвешивают. Насыпную плотность вычисляют с точностью до 10 кг/м³ по формуле

$$\rho_{\text{н}} = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

где m_1 —масса мерного цилиндра, кг; m_2 —масса цилиндра со щебнем, кг
 V —объем цилиндра, м³. Данные заносят в табл. 54.

№ исп.	Материал	Масса мерного цилиндра, т ₁ кг	Масса цилиндра щебнем,	Объем цилиндра,	Насыпная плотность.
1					
2					

За окончательный результат принимается среднее арифметическое значение двух испытаний.

3. Определение пустотности.

Пустотность щебня (гравия) определяют по предварительно найденным значениям средней и насыпной плотности щебня (гравия). Пустотность по объему вычисляют с точностью до 0,1%

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_0} \right) 100,$$

где ρ_0 —средняя плотность зерен щебня (гравия), г/см³; насыпная плотность щебня (гравия), г/см³.

Пустотность щебня для бетона не должна превышать 45% в отчёте результаты определения пустотности щебня сводят в табл. 55.

материал	Средняя плотность	Насыпная плотность ρ_n , г/см ³	Пустотность.

4. Определена водопоглощения

Лабораторное оборудование и материалы:

Весы, металлическая щетка, сушильный шкаф, сосуд с водой, Щебень.

От подлежащего испытанию щебня (гравия) отбирают пробу, масса которой зависит от наибольшей крупности щебня (гравия). Например» при наибольшей крупности до 10, 20, 40 мм берут пробу соответственно массой 0,5; 1 и 2,5 кг.

Зерна отобранной пробы очищают металлической щеткой от рыхлых частиц и пыли» промывают и высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы, затем помещают в сосуд с водой комнатной температуры на 48 часов так. чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности щебня (гравия) на 20 мм. После выдерживания в сосуде его вынимают, вытирают мягкой влажной тканью и немедленно взвешивают. При этом массу воды, вытекающей из-под зерен щебня (гравия), помещенных на чашку весов, включают в массу пробы.

Водопоглощение щебня (гравия) V_m вычисляют с точностью до 0,1% по формуле

$$V_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100?$$

где m_1 —масса пробы в сухом состоянии, г; m_2 —то же в насыщенном водой состоянии, г.

За водопоглощение принимается среднее арифметическое водопоглощения двух проб щебня (гравия).

Результаты определения водопоглощения щебня сводят

Материал	Масса пробы в сухом состоянии, m_1 , Г	Масса пробы в насыщенном водой состоянии, m_2 г	Водопоглощение,

5. Определение пригодности щебня для бетона сравнения данных опытов с ГОСТами определения пригодности щебня для бетона» выписывают из ГОСТа технические требования на щебень для данного бетона, сравнивают их с данными испытаний и делают соответствующее заключение.

Литература

1. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.
2. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов производства для строительных работ. Методы физико - механических испытаний.

Вопросы:

1. Какие бывают фракции щебня?
2. Какие требования предъявляются к щебеню?
3. Что такое пустотность щебня?

Практическая работа №10

Расчет и подбор состава тяжелого бетона

Цель работы – Ознакомить учащихся со способами расчёта и определения состава тяжелого бетона

Содержание работы:

1. Расчёт номинального состава бетона. Определение коэффициента выхода бетонной смеси.
2. Расчёт расхода материалов на полевой состав
3. Расчет расхода материалов на емкость бетономешалки
4. Пример расчёта бетона.

Порядок выполнения работы

Подбор состава тяжелого (обычного) бетона состоит на собственно расчета и подбора бетонной смеси с целью установления наиболее рационального соотношения между составляющими материалами (цементом, водой, песком, щебнем или гравием и другими добавками), которое обеспечивает требуемую прочность бетона, подвижность и жесткость бетонной смеси.

При этом содержание цемента в единице объема должно быть минимально допустимым.

Перед расчетом бетона учащиеся получают данные о свойствах составляющих материалов.

Различают два состава бетона: номинальный (лабораторный), рассчитанный для материалов в сухом состоянии, и производственный (полевой)—для материалов в естественно-влажном состоянии.

Для расчета состава тяжелого бетона наиболее простой метод—по «абсолютным объемам».

В основу этого метода положено условие, что свежеприготовленная бетонная смесь после укладки в форму или в опалубку и уплотнения не будет иметь пустот.

Состав бетона по методу «абсолютных объемов» подбирают вначале ориентировочным расчетом, затем расчет уточняют по результатам пробных замесов и испытаний контрольных образцов.

Следует отметить, что понятие «абсолютного» объема здесь условно, так как в заполнителе не учитываются поры, которые заполнены воздухом.

1. Расчет номинального состава бетона. Определение коэффициента выхода бетонной смеси.

Для расчета состава необходимо иметь следующие данные: заданную марку бетона требуемую удобоукладываемость бетонной смеси, определяемую осадкой конуса ОК, см, а также характеристики исходных материалов—вид и активность цемента $R_{ц}$, насыпную плотность составляющих $\rho_{пц}$, $\rho_{ив}$, $\rho_{вщ}$ среднюю плотность $\rho_{оц}$, $\rho_{оп}$, $\rho_{ощ}$, пустотность щебня (гравия) $V_{пuc}$ наибольшую крупность их зерен и влажность заполнителей W_a , W_m .

Состав бетона рассчитывают на 1 м^3 бетона в следующей последовательности: вычисляют водоцементное отношение, расход воды, расход цемента, расходы крупного и мелко заполнителей на 1 м^3 бетонной смеси.

$$W/C = \frac{\delta R_{ц}}{R_b + 0,5 \delta R_{ц}} \text{ для бетонов с } W/C \geq 0,4$$

$$W/C = \frac{\delta R_{ц}}{R_b - 0,5 \delta R_{ц}} \text{ для бетонов с } W/C < 0,4$$

Таблица 57

Характеристика' заполнителей и цемента	O ₂	O ₁
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,60	0,40
Пониженного качества	0,55	0,37

Расход воды (водопотребность, л/м³) определяют исходя > из заданной удобоукладываемости бетонной смеси по табл. 58, ^x которая составлена с учетом вида и крупности зерен заполнителя.

таблица 58

Удобоукладываемость бетонной смеси			Расход воды, кг/м ³ при наибольшей крупности заполнителя, мм					
Осадка конуса, см	Жесткость, см		гравия			щебня		
	по ГОСТ 10181.1-81	по техническому вискозиметру	10	20	40	10	20	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	31	120—90	150	135	125	160	145	135
0	30-20	80—60	160	145	130	170	150	145
0	20-11	50-30	165	150	135	175	155	150
0	10-5	15-30	175	160	145	185	160	155
1—2	-	-	185	170	155	195	170	165
3—4	-	-	195	180	165	205	180	175
5-6	-	-	200	185	170	210	195	180
7-8	-	-	205	190	175	215	200	185
9-10	-	-	215	200	185	225	210	195

Примечание. Данные таблицы справедливы для бетонной смеси на портландцементе и песке средней крупности. При использовании пуццола* нового портландцемента расход воды увеличивается на 20 кг/м³, в случае применения мелкого песка расход воды увеличивается на 10 кг» а при использовании крупного песка уменьшается на 10 кг.

После определения количества воды для 1000 л (1м³) бетона, пользуясь Водоцементным отношением W/C, подсчитывают количество цемента:

$$\underline{\underline{Ц}} = B : \left(\frac{B}{C} \right), \text{ кг.}$$

Расход щебня (гравия) и песка на 1 м³ бетона составит:

$$\underline{\underline{Ш}} = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{нш}} V_{пуст.щ} d + \frac{1}{\rho_{ш}}} \text{ кг,}$$

$$\underline{\underline{П}} = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_{в}} + \frac{Ш}{\rho_{ш}} \right) \right] \rho_{п}, \text{ кг,}$$

где Ц, В, П, Ш—масса материалов, кг в 1 м³ бетона; ρ_ц, ρ_в, ρ_п, ρ_ш—истинная плотность цемента, воды, песка и щебня,; кг/л; ρ_{нш}—насыпная плотность щебня, кг/л.

Расход цемента	Коэффициент а при В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	1,26	1,32	1,32
300	-	1,3	1,36	1,42	-
350	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,4	1,46	-	-	-
500	1,5	1,56	-	-	-

Примечание. При других значениях Ц и В/Ц коэффициент находят интерполяцией.

Определив расход компонентов Ц,В,П и Ш на 1 м³ бетонной смеси, вычисляют её плотность:

$$\rho_{об} = Ц+В+П+Ш, \text{ кг/м}^3$$

И коэффициент выхода бетонной смеси β:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\rho_{нш}} + \frac{П}{\rho_{нш}} + \frac{Ш}{\rho_{нш}}}$$

$$\beta = 0,55 : 0,75$$

$$V_3 = \frac{Ц_3 + В_3 + П_3 + Ш_3}{\rho_{бс}},$$

где Ц₃ В₃, П₃, Ш₃—масса цемента, воды, песка и щебня (гравия), израсходованных на замес, кг; ρ_{бс}—плотность бетонной смеси, кг/л.

Зная объем бетонной смеси в замесе и расход- материалов для получения Этого объёма можно определить уточнённый расход материалов на 1 м³, кг:

$$\underline{C} = \frac{C_3 \cdot 1000}{V_2}; \quad \underline{C} = \frac{B_3 \cdot 1000}{V_2}$$

$$\underline{П} = \frac{П_3 \cdot 1000}{V_2}; \quad \underline{C} = \frac{Ш_3 \cdot 1000}{V_2}$$

2. Расчёт расхода материалов на полевой состав

Выражение состава бетона формулой.

Так как заполнители на производстве всегда содержат некоторое количество влаги, то эту влагу необходимо учитывать в расчете состава бетона.

Массу песка и щебня, определенную по расчету для сухих материалов, необходимо увеличить на массу содержащейся в них воды, а массу цемента, определенную на 1 м³ бетона, следует уменьшить на массу воды, содержащейся в заполнителях.

Полевой состав определяется таким образом:

$$\underline{C}_{\text{пол}} = \underline{C}, \quad \underline{П}_{\text{пол}} = \underline{П} + \underline{П} \frac{W_{\text{п}}}{100},$$

$$\underline{Ш}_{\text{пол}} = \underline{Ш} + \underline{Ш} \frac{W_{\text{ш}}}{100}, \quad \underline{В}_{\text{пол}} = \underline{В} - \left(\frac{W_{\text{п}}}{100} + \underline{Ш} \frac{W_{\text{ш}}}{100} \right),$$

где \underline{C} , $\underline{П}$, $\underline{Ш}$, $\underline{В}$ —расходы материалов на 1 м³ бетона при сухих материалах, кг; $W_{\text{п}}$, $W_{\text{ш}}$ —влажность песка и щебня, %; $\underline{C}_{\text{пол}}$, $\underline{П}_{\text{пол}}$, $\underline{Ш}_{\text{пол}}$, $\underline{В}_{\text{пол}}$ — полевые расходы материалов на 1 м³ бетона с учетом влажности материалов, кг.

Состав бетона выражают формулой

$$\frac{\underline{П}_{\text{пол}}}{\underline{C}_{\text{пол}}}; \frac{\underline{П}_{\text{пол}}}{\underline{П}_{\text{пол}}}; \frac{\underline{Ш}_{\text{пол}}}{\underline{П}_{\text{пол}}} = 1; \frac{\underline{П}_{\text{пол}}}{\underline{П}_{\text{пол}}}; \frac{\underline{Ш}_{\text{пол}}}{\underline{П}_{\text{пол}}}$$

3.. Расчет расхода материалов на емкость бетономешалки.

Подсчет расхода материалов на замес бетоносмесителя определенной емкости производят по формулам:

$$\underline{C} = \frac{\underline{C}_{\text{пол}} V_{\text{м}}}{1000} \beta, \quad \underline{Ш} = \frac{\underline{Ш}_{\text{пол}} V_{\text{м}}}{1000} \beta,$$

$$\underline{П} = \frac{\underline{П}_{\text{пол}} V_{\text{м}}}{1000} \beta, \quad \underline{В} = \frac{\underline{В}_{\text{пол}} V_{\text{м}}}{1000} \beta.$$

Где $V_{\text{м}}$ - объём бетономешалки , л; β - коэффициент выхода бетона

Пример. Требуется подобрать состав тяжелого бетона марки М300 с подвижностью смеси ОК=3 см для бетонирования балок и рассчитать расход материалов на замес бетономешалки с объемом барабана $V_{\text{м}}=1200$ л.

Материалы: портландцемент марки 480, насыпной плотностью $\rho_{\text{н}} = 1,2$ кг/л, истинной плотностью $\rho_{\text{ц}} = 3,1$ кг/л; песок с насыпной плотностью в сухом состоянии, истинной плотностью $\rho = 2,62$ кг/л, с влажностью $W_{\text{п}}=3\%$; щебень с насыпной плотностью в сухом состоянии $1,6$ кг/л, истинной плотностью

наибольшей крупностью зерен 40 мм и влажностью $W_{щ}=1\%$.

Пример расчёта бетона:

Определяем номинальный состав бетона.

Определяется водоцементное отношение:

$$B/C = \frac{\delta R_c}{R_c + 0,5 \delta R_c} = \frac{0,65 \cdot 480}{300 + 0,5 \cdot 0,65 \cdot 480} = 0,68$$

где $\delta=0,65$ по табл.57

Расход воды по табл. 58 для бетона на щебне при осадке конуса 3 см (В) = 175 (кг).

Расход цемента на 1 м³ бетона:

$$C = B : (B/C) = 175 : 0,68 = 259 \text{ кг.}$$

Расход щебня на 1 м³ бетона:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{щ}} + V_{пуст.щ} \alpha + \frac{1}{\rho_{ц}}} = \frac{1000}{\frac{1}{1,6} + 0,43 \cdot 1,3 + \frac{1}{2,8}} = 1416 \text{ кг,}$$

где $\alpha=1,3$ по табл.59

Расход песка на 1 м³ бетона:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{C}{\rho_c} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + B \right) \right] \rho_{п} = \left[1000 - \left(\frac{259}{3,1} + \frac{1416}{2,8} + 175 \right) \right] \cdot 2,62 = 617 \text{ кг.}$$

На 1 м³ бетона получилось: цемента—259 кг; щебня— 1416 кг; песка—617 кг; воды—175 кг.

Расчетная плотность бетонной смеси (масса одного кубометра):

$$\rho_{нст} = C + П + Щ + В = 259 + 617 + 1416 + 175 = 2467 \text{ кг/м}^3.$$

Коэффициент выхода бетона:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{C}{\rho_c} + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{259}{1,2} + \frac{617}{1,5} + \frac{1416}{1,6}} = 0,66$$

Расход материалов для пробного замеса.

на замес в 50 л (0,05 м³) требуется материалов: цемента—259 · 0,05= 12,95кг; песка—617 · 0,05=30,85 кг; щебня— 1416·0,05=70,80 кг; воды—175 · 0,05=8,75 кг.

Готовят бетонную смесь и проверяют осадку конуса. Если осадка конуса из расчетного замеса получилась менее заданных 3 см, например 1 см, то тогда добавляют по 10% цемента и воды. Цемента добавляется 12,95·0,1=1,295 кг; воды— 8,75·0,1 =0,875 кг.

Смесь заново перемешивается и снова определяется осадка конуса. Если осадка конуса получилась равной расчетной, то далее делают состава бетона на замес с учётом добавленного цемента и воды.

$$\text{Ц}_3 = 12,95 + 1,295 = 14,25 \text{ или по объёму } \underline{V_{\text{ц}}} = \frac{14,25}{3,1} = 4,6 \text{ л.}$$

$$\text{В}_3 = 8,75 + 0,875 = 9,63 \text{ кг или по объёму } \underline{V_{\text{в}}} = \frac{9,63}{1} = 9,63 \text{ л.}$$

$$\text{П}_3 = 30,85 \text{ кг или по объёму } \underline{V_{\text{п}}} = \frac{30,85}{2,62} = 11,7 \text{ л.}$$

$$\text{Щ}_3 = 70,8 \text{ кг или по объёму } \underline{V_{\text{щ}}} = \frac{70,8}{2,8} = 25,4$$

$$\underline{V_{\text{замеса}}} = 4,6 + 9,63 + 11,7 + 25,4 = 51,3 \text{ л.}$$

Зная объем откорректированного замеса $V_{\text{зам}}$ и фактический расход материалов на замес Ц_3 , В_3 , П_3 , Щ_3 , определяют расход материалов на 1 м^3 (1000 л) бетонной смеси.

$$\underline{\text{Ц}} = \text{Ц}_3 * \frac{1000}{V_{\text{зам}}} = 14,25 * \frac{1000}{51,3} = 277 \text{ кг,}$$

$$\underline{\text{В}} = \text{В}_3 * \frac{1000}{V_{\text{зам}}} = 9,63 * \frac{1000}{51,3} = 187 \text{ кг,}$$

$$\underline{\text{П}} = \text{П}_3 * \frac{1000}{V_{\text{зам}}} = 30,85 * \frac{1000}{51,3} = 599 \text{ кг,}$$

$$\underline{\text{Щ}} = \text{Щ}_3 * \frac{1000}{V_{\text{зам}}} = 70,8 * \frac{1000}{51,3} = 1366 \text{ кг.}$$

Итого 2429 кг — фактическая плотность бетонной смеси.

Пересчет состава бетона на полевой. Так как песок имеет влажность $W_{\text{п}} = 3\%$, а щебень $W_{\text{щ}} = 1\%$, необходимо уменьшить расчетное количество воды на массу воды, содержащейся в песке $\Pi * \frac{W_{\text{п}}}{100}$ и щебне $\text{Щ} * \frac{W_{\text{щ}}}{100}$:

$$B_{\text{п}} = B - \left(\Pi \frac{W_{\text{п}}}{100} + \text{Щ} \frac{W_{\text{щ}}}{100} \right) = 187 - \left(599 \frac{3}{100} + 1366 \frac{1}{100} \right) = 156 \text{ кг.}$$

Количество песка следует увеличить на массу содержащейся в нем воды:

$$\Pi_{\text{п}} = \Pi + \Pi \frac{W_{\text{п}}}{100} = 599 + 599 \frac{3}{100} = 617 \text{ кг.}$$

Количество щебня следует увеличить на массу содержащейся в нем воды:

$$\text{Щ}_{\text{п}} = \text{Щ} + \text{Щ} \frac{W_{\text{щ}}}{100} = 1366 + 1366 \frac{1}{100} = 1380 \text{ кг.}$$

Таким образом, полевой состав бетона по массе будет:

$$\frac{\Pi_{\text{п}}}{\Pi_{\text{п}}} : \frac{\Pi_{\text{п}}}{\Pi_{\text{п}}} : \frac{\text{Щ}_{\text{п}}}{\Pi_{\text{п}}} = 1 : \frac{617}{277} : \frac{1380}{277} = 1 : 2,2 : 5.$$

Определение расхода материалов на замес бетономешалки, емкостью 1200 л. Количество материалов на один замес составит:

$$\text{Щ}_{\text{в}} = \frac{\beta V_{\text{м}}}{1000} \text{Щ}_{\text{п}} = \frac{0,66 * 1200}{1000} 1380 = 1090 \text{ кг;}$$

$$\Pi_{\text{в}} = \frac{\beta V_{\text{м}}}{1000} \Pi_{\text{п}} = \frac{0,66 * 1200}{1000} 617 = 487 \text{ кг;}$$

$$\text{Щ}_{\text{в}} = \frac{\beta V_{\text{м}}}{1000} \text{Щ}_{\text{п}} = \frac{0,66 * 1200}{1000} 1080 = 1090 \text{ кг;}$$

$$B_{\text{в}} = \frac{\beta V_{\text{м}}}{1000} B_{\text{п}} = \frac{0,66 * 1200}{1000} * 156 = 123 \text{ кг;}$$

Каждый учащийся получает индивидуальную карточку-задание с исходными данными и выполняет расчет в тетради для лабораторных работ.

Литература:

1. Методические указания рпо расчёту состава бетона.

Вопросы:

1. Что такое расчёт состава бетона?
2. Чем отличается номинальный расчёт от полевого?
3. Какой расход материалов на 1 м^3 бетона?

Практическая работа №11

Определение температуры капли падения пластичной смазки

Цель работы: экспериментально определить температуру каплепадения пластичной смазки.

Температура каплепадения является условной характеристикой теплоустойчивости смазки. Испытуемая смазка, помещаемая в капсуль специального прибора, нагревается с определенной скоростью и размягчается до такого состояния, при котором происходит образование и падение капли под действием тяжести.

Температура, при которой капля смазки, помещаемая в прибор, приобретает форму полушара, называется температурой каплеобразования. Температура, при которой происходит падение первой капли смазки из прибора, называется температурой каплепадения. Универсальные

пластичные смазки по температуре каплепадения делятся на три группы:

Смазка с температурой падения до 65 0С – они маркируются буквами УН (универсальная низкоплавкая); Смазка с температурой каплепадения 65 0С-100 0С (универсальная среднеплавкая) – УС; Смазка с температурой каплепадения выше 100 0С (универсальная тугоплавкая) – УТ. Смазки УН приготавливают на немывльных загустителях, смазки УС – на кальциевых мылах, а смазки УТ – на натриевых мылах. При использовании пластичных смазок учитывается температура узла трения. Температура каплепадения пластичной смазки должна быть выше на 10-12 0С температуры узла трения.

Определение температуры каплепадения производится в приборе, который состоит из специального термометра (6) с шариком ртути малого размера и металлической насадки, которая закрепляется на

нижней части термометра (рис. 6). В металлическую насадку снизу вставляется стеклянный капсюль (3) для испытуемой смазки. Термометр с насадкой помещается в широкую пробирку (4) и закрепляется с помощью пробки. Пробирка с прибором укрепляется в зажиме штатива (5) и опускается в стакан (2) с водой, установленный на электроплитке (1) или треноге под газ, на асбестовой сетке. Для наполнения капсюля смазкой необходимо иметь шпатель.

Рис.6. Прибор для определения каплепадения

Проведение испытания

Испытуемую смазку плотно вмазывают шпателем в стеклянный капсюль так, чтобы не было пузырьков воздуха. Излишек смазки срезают ножом с верхней части капсюля. Затем его вставляют в металлическую оправу так, чтобы его верхний край упирался в бортик. Выжатую термометром из нижнего отверстия капсюля смазку снимают ножом. На дне пробирки помещают кружок из бумаги, который сменяют после каждого определения. Прибор вставляют в пробирку так, чтобы нижний край капсюля находился на расстоянии 25 мм от дна пробирки. Затем пробирка помещается в вертикальном положении в стакан с водой или светлым глицерином так, чтобы нижний край прибора отстоял от дна пробирки на 16 мм. Воду (масло) в колбе нагревают сначала быстро, а затем за 20 0С ниже ожидаемой точки

каплепадения – медленно со скоростью 10С в мин. В работе используется смазка ОКБ-122-8. Данные записываются в таблицу 2.

Таблица 2.

Наименование консистентной смазки	Температура каплепадения, t, 0С	Температура узла трения для применения смазки, t, 0С	Соответствие ГОСТ