



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рубцовский индустриальный институт
(филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Н.А. Фок

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Строительные материалы» для студентов направления 08.03.01
«Строительство» дневной и заочной форм обучения

Рубцовск 2019

УДК 691

Фок Н.А. Строительные материалы: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 08.03.01 «Строительство» дневной и заочной форм обучения/ Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск: ИТО, 2019.- 34 с.

В методических указаниях подробно разработана методика проведения лабораторных испытаний различных строительных материалов. Для некоторых строительных материалов предложено проведение испытаний образцов разными способами. Для проведения каждой работы приведен перечень необходимых технических средств, порядок проведения работы, даны необходимые формулы, таблицы, контрольные вопросы.

Рассмотрены и одобрены на
заседании кафедры СиМ
Рубцовского индустриального
института.
Протокол № 1 от 02.01.2019 г.

Рецензент:
к.т.н.

Михайленко О.А.

© Рубцовский индустриальный институт, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Лабораторная работа №1 «Определение плотности полевым и стандартным, пикнометрическим методами».....	5
Лабораторная работа №2 «Определение объемной массы и пористости».....	8
Лабораторная работа №3 «Определение пределов прочности материалов при сжатии».....	13
Лабораторная работа №4 «Определение нормальной густоты гипсового теста и сроков схватывания».....	15
Лабораторная работа №5 «Определение нормальной густоты цементного теста и сроков схватывания».....	19
Лабораторная работа №6 «Определение зернового состава и группы песка».....	23
Лабораторная работа №7 «Расчет состава бетонной смеси»	26
Лабораторная работа №8 «Приготовление растворной смеси, определение ее подвижности, изготовление образцов для определения прочности раствора».....	31
Список использованной литературы	34

ВВЕДЕНИЕ

Строительные материалы оказывают решающее значение на техническую, экономическую и энергетическую эффективность, долговечность, безопасность, надежность строительных объектов. Стоимость строительных материалов составляет до 40–50 % от сметной стоимости строительства объекта. В настоящее время на строительном рынке существует большой ассортимент строительных материалов различного назначения, с различными техническими характеристиками и стоимостью. В таких условиях перед строителем (проектировщиком) ставится задача выбора строительных материалов и технических решений, обеспечивающих требуемые служебные свойства строительных конструкций в заданных условиях эксплуатации, безопасность и возможность реализации принятой технологии строительно-монтажных работ. Технические решения должны обеспечивать также минимальные трудовые и финансовые затраты на строительство объекта. Следовательно, на выбор строительного материала оказывает влияние ряд факторов: требуемые эксплуатационные свойства конструкции, условия эксплуатации конструкции, технология строительных работ, требования по безопасности (в т.ч. экологической, пожарной), экономическая эффективность строительства, обеспечение комфортной среды и архитектурного облика здания.

Строительные материалы и изделия и их испытания должны соответствовать государственным стандартам. Испытание строительных материалов также регламентируются стандартами, и на их основе разрабатывается методика определения физико-механических и технических свойств материалов.

Лабораторные работы проводятся по подгруппам, которую делят на бригады с учетом трудоемкости отдельных испытаний. Результаты выполнения лабораторных работ оформляют в виде таблиц, графиков в специальном журнале; делают выводы о соответствии материала требованиям ГОСТов и дают рекомендации по его применению. В случае некоторых отклонений полученных показателей свойств от стандарта, даются рекомендации по улучшению его качества.

Цель лабораторных работ – приобретение студентами навыков работы с лабораторным оборудованием, освоение ими современных методов определения основных свойств строительных материалов и умение оценить правильность полученных результатов.

Представленные методические указания позволят студентам более углубленно усвоить материал, полученный ими на теоретических занятиях, а также научат определять основные физические свойства строительных материалов, делать выводы об их соответствии требованиям стандартов и возможности дальнейшего применения в строительстве.

1. Лабораторная работа № 1 - «Определение плотности полевым и стандартным, пикнометрическим методами»

1.1 Цель работы

Согласно заданию определить плотность песка полевым и стандартным пикнометрическим методами.

1.2 Предмет и содержание работы

Для достижения поставленной цели рекомендуется использовать чистый, кварцевый, среднезернистый песок, считая каждое его зернышко совершенно плотным, т.е. не содержащим пор.

Есть несколько способов определения плотности. Определение плотности *полевым* методом не требует применения специального оборудования. При определении истинной плотности *стандартным пикнометрическим* способом пользуются пикнометром или прибором Ле-Шателье. Необходимо взять три пробы песка и трижды провести испытания. Расхождение между результатами двух определений не должно быть больше $0,02 \text{ г/см}^3$. В случае больших расхождений производят третье определение и вычисляют среднее арифметическое двух ближайших значений.

1.3 Оборудование, технические средства, инструмент

1.3.1 при определении полевым методом:

- торговые весы;
- мерный цилиндр;
- лист бумаги.

1.3.2 при определении стандартным пикнометрическим методом:

- пикнометр или прибор Ле-Шателье;
- весы технические;
- эксикатор;
- шкаф сушильный;
- песчаная или водяная баня;
- фарфоровая ступка с пестиком;
- фарфоровая чашка;
- сито.

1.4 Задание

Определить плотность песка двумя предложенными способами.

Трижды провести испытания и найти среднее значение плотности.

1.5 Подготовка и проведение испытаний

1.5.1 Полевым методом

Взвесить 150 г песка с точностью до 1 г. Взвешенный песок высыпать на лист бумаги. В мерный цилиндр налить 150 мл воды (по нижнему мениску). Высыпать осторожно песок и заметить новый уровень жидкости. По разности уровней жидкости определить объем песка. Результаты записать в таблицу №1.

1.5.2 Стандартным пикнометрическим методом

Грубо истолченный материал поместить в фарфоровую ступку и растереть в тонкий порошок.

Взять около 200 г материала и просеять сквозь сито с размером отверстий 5 мм.

Насыпать материал в фарфоровую чашку, высушить до постоянной массы и охладить до комнатной температуры в эксикаторе над крепкой серной кислотой или над безводным хлористым кальцием.

Взять навеску и разделить на две части.

Взвесить чистый и высушенный пикнометр.

Каждую навеску небольшими порциями всыпать в пикнометр.

Взвесить пикнометр с песком.

Налить в пикнометр дистиллированную воду так, чтобы пикнометр был заполнен на 2/3 объема.

Перемешать содержимое пикнометра и поставить на песчаную баню в слегка наклонном положении.

Содержимое пикнометра кипятят 15-20 мин для удаления пузырьков воздуха; пузырьки воздуха могут быть также удалены путем выдерживания пикнометра под вакуумом в эксикаторе.

Пикнометр обтереть, охладить до комнатной температуры, долить до метки дистиллированной водой и взвесить.

Все взвешивания производить с точностью до 0,01 г.

Результаты записать в таблицу №2.

1.6 Обработка результатов

1.6.1 полевым методом

Вычислить плотность песка по формуле: $\rho = \frac{m}{V}$,

где ρ – плотность песка, г/см³;

m – масса материала, г;

V – объем без пор и пустот, см³.

Таблица №1

Номер пробы	Масса m , г	Объем V , см ³	Плотность ρ , г/см ³

1.6.2 стандартным пикнометрическим методом

Вычислить плотность по формуле:

$$\rho = \frac{(m - m_1) \cdot \rho_B}{m - m_1 + m_2 - m_3},$$

где ρ – плотность песка, г/см³;

m – масса пикнометра с песком, г;

m_1 – масса пустого пикнометра, г;

m_2 – масса пикнометра с дистиллированной водой, г;

m_3 – масса пикнометра с песком и дистиллированной водой после удаления пузырьков воздуха, г;

ρ_B – плотность воды, равная 1 г/см³.

Таблица №2

Номер пробы	m , г	m_1 , г	m_2 , г	m_3 , г	ρ , г/см ³

1.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

– сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;

– применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;

– употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

1.8 Контрольные вопросы

- 1) От каких факторов зависят основные свойства строительных материалов.
- 2) Расскажите о химическом, минеральном и фазовом составе материалов.
- 3) В чем различие между истиной и средней плотностью.

2. Лабораторная работа № 2 - «Определение объемной массы и пористости»

2.1 Цель работы

- закрепление знаний студентов в процессе выполнения конкретной задачи;
- овладение практическими приемами;
- развить у студентов профессиональные навыки, а также практическое овладение методами экспериментальных исследований и обработки результатов;
- приобрести умение и навыки использования технических средств, эксплуатации необходимого оборудования.

2.2 Предмет и содержание работы

В данной работе приведены разные способы определения объемной массы различных образцов. При определении объемной массы образца правильной формы нужно отобрать три целых изделия. При невозможности испытания трех целых изделий подготавливают три образца (по одному из каждого изделия) путем выпиливания, высверливания. Образцы в виде куба, параллелепипеда или цилиндра должны иметь размер по наименьшему измерению не менее 50 мм.

При определении объемной массы образца неправильной геометрической формы нужно отобрать образцы, например, природные камни разной формы массой не менее 300 гр. Объемную массу вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов.

При определении объемной насыпной массы сыпучих материалов нужно пробу песка массой от 5 кг до 10 кг высушить до постоянной массы и просеять через сито с отверстиями ячеек 5 мм. Определение объемной насыпной массы проводят два раза, при этом каждый раз берут новую порцию песка. Зная истинную и насыпную плотность, вычисляют пустотность.

2.3 Оборудование, технические средства, инструмент

2.3.1 при определении объемной массы образца правильной формы:

- весы;
- металлическая линейка.

2.3.2 при определении объемной массы образца неправильной формы:

- весы с приспособлением для гидростатического взвешивания;
- объемомер;
- парафин технический.

2.3.3 при определении насыпной массы сыпучих материалов:

- весы;
- воронка ЛОВ;
- мерный цилиндр емкостью 1 л;
- металлическая линейка.

2.4 Задание

Определить объемную массу образца правильной геометрической формы, неправильной геометрической формы, а также определить объемную насыпную массу сыпучих материалов. На основании полученных данных определить пористость материала.

2.5 Подготовка и проведение испытаний

2.5.1 при определении объемной массы образца правильной геометрической формы

Взвесить образец материала с точностью до 1 г. Определить размеры образца (длину, ширину, высоту, диаметр). Каждый линейный размер вычисляют как среднее арифметическое трех измерений - двух параллельных друг другу ребер и средней между ними линии.

Размер диаметра образца цилиндрической формы вычисляют как среднее арифметическое четырех измерений, полученных измерением двух взаимно перпендикулярных диаметров на каждой параллельной плоскости цилиндра.

Высоту образца цилиндрической формы вычисляют как среднее арифметическое четырех измерений - по два измерения на взаимно перпендикулярных плоскостях, пересекающих цилиндр по его вертикальной оси.

Результаты измерений записать в таблицу №3.

2.5.2 при определении объемной массы образца неправильной геометрической формы

Взвесить образец с точностью до 1 г. Покрывать образец парафином при температуре 75 - 85 °С путем погружения в него. Дать остыть и снова взвесить. Взвесить образец на гидростатических весах (рис. 1).

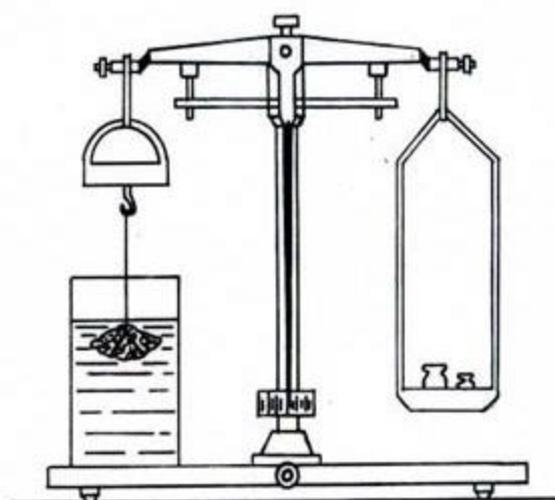


Рисунок 1. Весы с приспособлением для гидростатического взвешивания

Результаты занести в таблицу №4.

2.5.3 при определении объемной насыпной массы сыпучих материалов

Насыпать песок в воронку ЛОВ. Взвесить мерный цилиндр и поставить его под выходное отверстие воронки точно по центру.

Открыть выходное отверстие воронки. После наполнения песком цилиндра, с избытком, закрыть выходное отверстие воронки.

Избыток песка снять от центра в обе стороны ребром металлической линейки. Цилиндр с песком взвесить.

Результаты измерений записать в таблицу №5.

2.5.4 при определении пористости

Определение проводят на основании предварительно установленных значений плотности и объемной насыпной массы.

2.6 Обработка результатов

2.6.1 при определении объемной массы образца правильной геометрической формы

Объемную массу вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V_2},$$

где ρ – объемная масса, г/см³;

m – масса образца, г;

V_2 – объем образца, см³.

Таблица №3

Номер образца	Масса m , г	Высота h , см	Ширина b , см	Длина L , см	Объем V_2 , см ³	Объемная масса ρ , г/см ³

2.6.2 при определении объемной массы образца неправильной геометрической формы

Объемную массу определяют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{m_{\Pi} - m'_{\Pi} - \frac{m_{\Pi} - m}{\rho_{\Pi}}},$$

где ρ – объемная масса, г/см³;

m – масса образца, г;

m_{Π} – масса образца, покрытого парафином, г;

m'_{Π} – масса образца, покрытого парафином, в воде, г;

ρ_{Π} – плотность парафина, 0,93 г/см³;

Таблица №4

Номер образца	m , г	m_{Π} , г	m'_{Π} , г	ρ_{Π} , г/см ³	ρ , г/см ³
				0,93	
				0,93	
				0,93	

2.6.3 при определении объемной насыпной массы сыпучих материалов
Объемная насыпная масса вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{m_1 - m}{V_2},$$

где ρ – объемная насыпная масса, г/см³;

m – масса мерного цилиндра, г;

m_1 – масса мерного цилиндра с песком, г;

V_2 – объем мерного цилиндра, см³.

Таблица №5

Номер образца	m , г	m_1 , г	Объемная насыпная масса ρ , г/см ³

Определение объемной насыпной массы производят два раза, при этом каждый раз берут новую порцию песка.

2.6.4 при определении пористости

Пористость вычисляют по формуле:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100\%,$$

где $П$ – пористость;

ρ – плотность, г/см³;

ρ_0 – объемная масса, г/см³.

2.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в

ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

– сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;

– применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;

– употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

2.8 Контрольные вопросы

- 1) Что такое объемная масса и объемная насыпная масса?
- 2) Какие различия между порами и пустотами, пористостью и пустотностью?
- 3) Назовите другие физические свойства материалов.

3. Лабораторная работа № 3 - «Определение пределов прочности материалов при сжатии»

3.1 Цель работы

- Определить предел прочности при сжатии образцов – балочек.

3.2 Предмет и содержание работы

Для достижения поставленной цели рекомендуется воспользоваться ранее изготовленными из растворной смеси состава 1:3 образцами в виде призм-балочек размером 4x4x16 см.

Сущность метода заключается в определении минимальных нагрузок, разрушающих образец. Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов.

3.3 Оборудование, технические средства, инструмент

3.3.1 при определении предела прочности при сжатии образцов-балочек:

- пресс гидравлический малогабаритный ПГМ-1000 МГ4;
- штангенциркуль;
- нажимные пластины.

3.4 Задание

Определить предел прочности при сжатии образцов-балочек. Перед испытанием определить площадь поперечного сечения образца.

3.5 Порядок выполнения работ

3.5.1 при определении предела прочности при сжатии

Образцы-балочки размерами 40x40x160 мм изготавливаются в специальных формах из коррозионного материала. Перед заполнением теста внутреннюю поверхность формы слегка смазывают минеральным маслом. Отсеки формы заполняют одновременно. Излишки теста снимают линейкой. Через 15 минут после конца схватывания образцы извлекают из формы.

Образцы помещают между нажимными пластинами так, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегали к продольным стенкам формы, находились на плоскостях пластин, а упоры пластин плотно прилегали к торцевой, гладкой стенке образца.

Образец с пластинами подвергают сжатию на прессе. Средняя скорость нарастания нагрузки 10 - 15 кгс/см² в секунду, время от начала равномерного нагружения образца до его разрушения должно составлять 5-30 секунд.

Измерения образцов производят с погрешностью не более 1 мм. Каждый линейный размер вычисляют как результат трех измерений.

3.6 Обработка результатов

3.6.1 при определении предела прочности при сжатии

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ отдельного образца вычисляют по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{F},$$

где $R_{сж}$ – предел прочности при сжатии, кгс/см²;

P – разрушающая нагрузка, установленная при испытании образца, Н (кгс);

F – рабочая площадь пластины, равная 25 см².

Результаты вычислений записать в таблицу №6.

Таблица №6

Номер образца	Разрушающая нагрузка P , кгс	предел прочности при сжатии, $R_{сж}$, кгс/см ²

3.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

- сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;
- употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

3.8 Контрольные вопросы

- 1) Что называется прочностью и пределом прочности материала?
- 2) Как определить предел прочности при сжатии?
- 3) Что такое марка?
- 4) Что служит образцами при испытании материалов на сжатие?
- 5) Что такое динамическая или ударная прочность?

4. Лабораторная работа № 4 - «Определение нормальной густоты гипсового теста и сроков схватывания»

4.1 Цель работы

- добиться получения гипсового теста нормальной густоты, а также определить сроки схватывания.

4.2 Предмет и содержание работы

Нормальная густота (стандартная консистенция) характеризуется диаметром расплыва гипсового теста, вытекающего из цилиндра при его поднятии. Диаметр расплыва должен быть равен 180 ± 5 мм. Критерием определения свойств гипсового вяжущего является количество воды, выраженное в процентах как отношение массы воды, необходимой для получения гипсовой смеси стандартной консистенции, к массе гипсового вяжущего в граммах.

В зависимости от сроков схватывания гипсового теста стандартной консистенции (нормальной густоты) выпускают гипсовые вяжущие:

- быстротвердеющие (А) - с началом схватывания не ранее 2 мин и концом не позднее 15 мин;
- нормально твердеющие (Б) - с началом схватывания не ранее 6 мин и концом не позднее 30 мин;
- медленно твердеющие (В) - с началом схватывания не ранее 30 мин, конец схватывания не нормируется.

Начало схватывания определяют числом минут, истекающих от момента добавления гипса к воде до момента, когда свободно опущенная игла после погружения в тесто в первый раз не доходит до поверхности пластинки.

Конец схватывания - когда свободно опущенная игла погружается на глубину не более 1 мм.

4.3 Оборудование, технические средства, инструмент

4.3.1 при определении нормальной густоты гипсового теста:

- чашка из коррозионностойкого материала вместимостью более 500 см^3 ;
- ручная мешалка;
- стекло диаметром более 240 мм;
- цилиндр из нержавеющей стали с полированной внутренней поверхностью;
- линейка длиной 250 мм с ценой деления 1 мм;
- весы с погрешностью не более 1 г;
- секундомер;
- вода питьевая.

4.3.2 при определении сроков схватывания:

- секундомер;

- прибор Вика с массой подвижной части 300 ± 2 г, изготовленной из твердой, нержавеющей стальной проволоки с полированной поверхностью;
- коническое кольцо из коррозионностойкого материала размером не менее 100x100 мм.

4.4 Задание

Определить количество воды, необходимое для приготовления гипсового теста нормальной густоты. При определении сроков схватывания, на основании полученных результатов испытаний, сделать вывод о принадлежности испытуемого гипса к одному из видов (А, Б, В).

4.5 Порядок выполнения работы

4.5.1 при определении нормальной густоты гипсового теста:

Взвесить 300 г гипса. Отмерить мерным цилиндром воду (50 - 70% от массы гипса) и вылить в чашку. Всыпать в течение 2-5 с гипс с одновременным перемешиванием в течении 30 с. Цилиндр и стекло протереть тканью, установить цилиндр в центр. Гипсовое тесто резко перемешать, быстро вылить в цилиндр, излишки быстро срезать линейкой.

Через 45 с от начала засыпания гипса в воду или через 15 с после окончания перемешивания цилиндр резким движением поднимают вертикально вверх на высоту 15 - 20 см и отводят в сторону.

Диаметр расплыва измеряют сразу линейкой в двух перпендикулярных направлениях с погрешностью не более 5 мм и вычисляют среднее арифметическое значение. Если диаметр расплыва теста не соответствует, испытание проводят с измененной массой воды.

Результаты измерений записать в таблицу №7.

4.5.2 при определении сроков схватывания:

Проверить, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также нулевое положение подвижной части, для чего привести иглу прибора в соприкосновение с пластинкой, на которую устанавливается кольцо. Указательная стрелка должна быть на нуле. В случае отклонения шкалу прибора соответствующим образом передвигают.

Кольцо протереть и смазать минеральным маслом.

В чашку налить воду, количество которой соответствует нормальной густоте. Взвесить 300 г гипса с точностью до 1 г, высыпать на лист бумаги и в течение 30 с высыпать в чашку с водой, интенсивно перемешивая смесь лопаточкой. Готовое тесто налить в кольцо прибора Вика, кольцо с пластинкой 4 - 5 раз встряхнуть путем поднятия и опускания одной из сторон пластинки примерно на 10 мм для удаления попавшего в тесто воздуха. Излишки теста срезать линейкой. Кольцо поместить под иглу, привести иглу в соприкосновение с поверхностью теста, закрепить стержень стопорным устройством.

Опускать иглу каждые 30 с, каждый раз меняя место опускания иглы и тщательно ее вытирая. Отметить начало схватывания, когда игла впервые не дойдет до поверхности пластинки и записать время, прошедшее от момента затворения, и глубину погружения иглы в миллиметрах в таблицу №8. Продолжать опускать иглу через каждые 30 с и определить конец схватывания, когда свободно опущенная игла погружается на глубину не более 1 мм.

Результаты занести в таблицу №8.

4.6 Обработка результатов

4.6.1 при определении нормальной густоты гипсового теста

Количество воды в процентах определяется по формуле:

$$I = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%,$$

где I – количество воды;

m_1 – масса воды, г;

m_2 – масса гипса, г;

Таблица №7

№п/п	Масса воды m_1 , г	Диаметр расплыва, мм		
		X_1	X_2	X

4.6.2 при определении сроков схватывания

Таблица №8

№п/п	Время, с	Глубина погружения, мм

4.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается

оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

– сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;

– применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;

– употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

4.8 Контрольные вопросы

- 1) Что называется вяжущим веществом; в чем его назначение?
- 2) Назовите важнейшие вяжущие вещества, применяемые в строительстве.
- 3) Какие вяжущие вещества называют воздушными и гидравлическими.
- 4) Что происходит при твердении гипса?
- 5) Почему гипсовый затвердевший материал пористый?
- 6) Что такое начало и конец схватывания?
- 7) Чем ускоряют и чем замедляют схватывание гипсового вяжущего?

5. Лабораторная работа № 5 - «Определение нормальной густоты цементного теста и сроков схватывания»

5.1 Цель работы

- Определить нормальную густоту цементного теста с помощью прибора Вика, а также установить начало и конец схватывания цементного теста.

5.2 Предмет и содержание работы

Нормальной густотой цементного теста (НГ) считают такую его консистенцию, при которой пестик прибора Вика, погруженный в кольцо, заполненное тестом, не доходит на 5 - 7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо.

Нормальную густоту теста характеризуют количеством воды затворения, выраженном в процентах от массы цемента.

Прибор Вика имеет цилиндрический металлический стержень, свободно перемещающийся в обойме станины. Для закрепления на требуемой высоте . служит стопорное устройство. Стержень снабжен указателем для отсчета перемещения его относительно шкалы, прикрепленной к станине. Цена деления 1 мм.

В нижнюю часть стержня вставляют металлический цилиндр-пестик. Для определения сроков схватывания пестик заменяют иглой.

Масса перемещающейся части прибора 300 г.

При определении сроков схватывания пользуются прибором Вика. Сроки схватывания нормированы: начало должно наступать не ранее 45 мин, конец - не позднее 10 часов с момента затворения водой.

5.3 Оборудование, технические средства, инструмент

5.3.1 при определении нормальной густоты цементного теста:

- прибор Вика с иглой и пестиком;
- кольцо к прибору Вика;
- мешалка;
- весы с погрешностью не более 1 г;
- секундомер;
- вода питьевая.

5.3.2 при определении сроков схватывания:

- секундомер;
- прибор Вика с массой подвижной части 300 ± 2 г, изготовленной из твердой, нержавеющей стальной проволоки с полированной поверхностью;
- коническое кольцо из коррозионностойкого материала размером не менее 100x100 мм.

5.4 Задание

С помощью прибора Вика определить нормальную густоту цементного теста и сроки схватывания цемента.

5.5 Порядок выполнения работы

5.5.1 при определении нормальной густоты цементного теста:

Проверить, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также нулевое положение, соприкасая пестик с пластинкой, на которой установлено кольцо. При отклонении от нуля шкалу соответствующим образом передвигают.

Кольцо и пластинку смазать тонким слоем машинного масла.

Отвесить 400 г цемента, высыпать в чашку, протертую влажной тканью. Сделать в цементе углубление, в которое влить в один прием воду из мерного цилиндра - 100 мм и сразу же включить секундомер.

Дать воде впитаться в течение 30 с, засыпав ее цементом, и сначала осторожно, а затем энергично растереть тесто лопаткой. Продолжительность растирания составляет 5 мин с момента приливания воды.

Последующими замесами добиться получения теста нормальной густоты (пестик не доходит до дна на 5 - 7 мм).

Результаты измерений записать в таблицу №9.

5.5.2 при определении сроков схватывания:

Иглу приводят в соприкосновение с поверхностью цементного теста нормальной густоты, приготовленного и уложенного в кольцо.

Стержень закрепляют стопором, а затем освобождают стержень, давая игле свободно погружаться в тесто.

Иглу погружают в тесто через каждые 10 мин, каждый раз меняя место погружения, вытирая иглу.

Началом схватывания считают время, прошедшее от начала затворения (момента приливания воды) до того момента, когда игла не доходит до пластинки на 1-2 мм.

Концом схватывания считают время от начала затворения до момента, когда игла опускается в тесто не более чем 1-2 мм.

Результаты измерений записать в таблицу №10.

5.6 Обработка результатов

5.6.1 при определении нормальной густоты цементного теста

Нормальную густоту теста выразить в виде водоцементного отношения с точностью до 0,01.

$$B / Ц = \frac{m_в}{m_ц},$$

где $B / Ц$ – водоцементное отношение;

$m_в$ – масса воды, г;

m_c – масса цемента, г;

Таблица №9

№п/п	Масса воды, г	Время, с	Глубина погружения, мм

5.6.2 при определении сроков схватывания

Таблица №10

№п/п	Время, с	Глубина погружения, мм

5.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

- сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;
- употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

5.8 Контрольные вопросы

- 1) Дайте определение портландцемента.
- 2) Химический и минералогический состав клинкера.
- 3) Перечислите свойства портландцемента.
- 4) Какое сырье применяют для производства портландцемента?
- 5) Приведите краткую характеристику минералов цементного клинкера.

6. Лабораторная работа № 6 - «Определение зернового состава и группы песка»

6.1 Цель работы

- Определить зерновой состав, модуль крупности и группу природного кварцевого песка для строительных растворов.

6.2 Предмет и содержание работы

Песок, применяемый для приготовления растворов, должен отвечать требованиям ГОСТ 8736-2014. Песок не должен содержать вредные примеси.

По зерновому составу песок разделяют на группы: крупный, средний, мелкий и очень мелкий. Для полноты характеристики песка по зерновому составу вычерчивают кривую просеивания песка. Для этого в журнал работ переносят стандартный график зернового состава песка. На вертикалях откладывают точки, соответствующие полным остаткам в процентах на каждом из сит. Полученные точки соединяют линией. Это и будет кривая зернового состава.

Если кривая лежит в пределах заштрихованной зоны, то песок пригоден для работы - приготовления раствора, бетона.

6.3 Оборудование, технические средства, инструмент

- весы технические;
- набор сит с круглыми отверстиями;
- шкаф сушильный.

6.4 Задание

С помощью набора стандартных сит определить зерновой состав и модуль крупности песка. Построить кривую зернового состава песка. Сделать вывод о принадлежности песка к одной из групп.

6.5 Порядок выполнения работы

Пробу песка массой 1 кг высушить до постоянной массы.

Испытания проводят после отделения фракции гравия с размером зерен 5 - 10 мм и выше 10 мм.

Взвесить 1 кг сухого песка. Навеску песка просеивают сквозь набор сит с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм и с сеткой 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14. Просеивание производят механическим или ручным способом; при ручном просеивании за окончание его принимают момент, когда не наблюдается падение зерен, если каждое сито интенсивно трясти над листом бумаги.

Взвесить частные остатки песка на ситах с точностью до 0,1 г, данные записать в таблицу №11.

Вычислить частные остатки «а» в процентах, вычислить полные остатки «А» в процентах и записать в таблицу №11.

6.6 Обработка результатов

а) частный остаток на каждом сите a_i в процентах:

$$a_i = \left(\frac{m_i}{m} \right) \cdot 100,$$

где a_i – частный остаток на каждом сите в процентах;

m_i – масса остатка на данном сите, г;

m – масса просеиваемой навески, г.

б) полный остаток на каждом сите A_i в процентах:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + \dots + a_i,$$

где a_i – полный остаток на каждом сите;

$a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + \dots + a_i$ – частные остатки на ситах с большим размером отверстий, начиная с сита с отверстием диаметра 2,5; 1,25 мм и тд в процентах;

a_i – частный остаток на данном сите.

в) модуль крупности песка вычисляется по формуле:

$$M_K = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}) / 100,$$

где M_K – модуль крупности песка;

$A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}$ – полные остатки на сите с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм и на ситах с сетками № 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 в процентах.

Результаты вычислений записать в таблицу №11.

Таблица №11

Остатки на ситах	Размер отверстий сит, мм					Проходит сквозь сито 0,14
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	

Группу песка определяем по модулю его крупности в соответствии с таблицей 12

Классификация песков по крупности (ГОСТ 8736-2014)

Группа песка	Модуль крупности M_k
Повышенной крупности	Св. 3,0 до 3,5
Крупный	Св. 2,5 до 3,0
Средний	Св. 2,0 до 2,5
Мелкий	Св. 1,5 до 2,0
Очень мелкий	Св. 1,0 до 1,5
Тонкий	Св. 0,7 до 1,0
Очень тонкий	До 0,7

6.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

- сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;
- употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

6.8 Контрольные вопросы

- 1) Назовите виды песка.
- 2) Вредные примеси в песке.
- 3) Виды искусственного песка.

7. Лабораторная работа № 7 - «Расчет состава бетонной смеси»

7.1 Цель работы

- Подобрать оптимальный состав компонентов для приготовления бетонной смеси.

7.2 Предмет и содержание работы

Проектирование состава бетона имеет цель установить расход материалов на 1 м³ бетонной смеси.

При расчете состава бетона ставится задача получить следующие показатели:

- заданная прочность бетона;
- подвижность и жесткость бетонной смеси, создающие надлежащее уплотнение в сооружении или конструкции;
- экономичность, заключающуюся в возможно меньшем расходе цемента;
- достижение необходимой морозостойкости, водонепроницаемости и специальных свойств.

Состав бетонной смеси выражают в виде соотношения по массе (реже объему) количества цемента, песка и щебня (или гравия) с указанием водоцементного отношения.

Количество цемента принимают за единицу.

В общем виде состав бетонной смеси выражают соотношением цемент: песок: щебень = 1 : X : Y при В/Ц = Z и R_ц, например: 1 : 2,4 : 4,5 при В/Ц = 0,45 и R_ц = 35МПа (350 кг/см²).

На крупных стройках и бетонных заводах материалы дозируют по массе и состав бетона выражают в виде расхода материалов на 1м³ уложенной и уплотненной бетонной смеси, например: цемент - 260 кг, песок - 700 кг, щебень - 1260 кг, вода – 170 л.

Расход цемента и воды указывают с точностью до 1 кг, песка и щебня – до 5 кг.

Различают 2 состава бетона:

- номинальный (лабораторный), принимаемый для материалов в сухом состоянии;
- производственный (полевой), для материалов с естественной влажностью.

7.3 Задание

Согласно данным, полученным от преподавателя, рассчитать лабораторный и полевой состав бетона.

7.4 Порядок выполнения работы

Исходными данными для расчета состава бетона являются:

- марка бетона, R_б;

- характеристика бетонной смеси по подвижности и жесткости;
- активность цемента, $R_{ц}$;
- плотность цемента, $\rho_{ц}$;
- насыпная масса песка, $\rho_{н.п.}$;
- плотность песка, $\rho_{п}$;
- насыпная масса щебня (гравия), $\rho_{н.щ.}$;
- плотность щебня (гравия), $\rho_{щ}$;
- пустотность щебня (гравия), $V_{щ}$;
- морозостойкость, стойкость к воздействию агрессивных вод.

Одним из способов определения оптимального состава бетона является метод «абсолютных объемов». В основу этого метода положено условие, что тяжелый бетон, уплотненный в свежем состоянии, приближается к абсолютной плотности, т.е., сумма абсолютных объемов исходных материалов в 1 м^3 равна объему уплотненной бетонной смеси:

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{В}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ(г)}} = 1,$$

где Ц, В, П, Щ(Г) – содержание цемента, воды, песка, щебня (гравия) в 1 м^3 ;

$\rho_{ц}, \rho_{в}, \rho_{п}, \rho_{щ(г)}$ – плотность этих материалов, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Состав бетона рассчитывается в следующем порядке:

1) Определяют В/Ц по формуле Болемея-Скрамтаева:

$$\text{для бетонов с } В/Ц > 0,4 \quad (Ц/В < 2,5) \quad \frac{Ц}{В} = \frac{R_{\sigma}}{A \cdot R_{ц}} + 0,5 \quad (1)$$

$$\text{для бетонов с } В/Ц < 0,4 \quad (Ц/В > 2,5) \quad \frac{Ц}{В} = \frac{R_{\sigma}}{A_1 \cdot R_{ц}} - 0,5 \quad (2)$$

Коэффициенты А и A_1 зависят от свойств и качества применяемых материалов. К высококачественным материалам относятся: щебень из плотных горных пород, песок оптимальной крупности и портландцемент высокой активности без добавок или с минимальным количеством гидравлической добавки, заполнители чистые, промытые, фракционирование с оптимальным зерновым составом смеси фракций. К рядовым материалам относятся: заполнители, среднего качества, в том числе гравий, портландцемент средней активности или высокомарочный шлакопортландцемент. К материалам пониженного качества относятся: крупные заполнители низкой прочности и мелкие пески, цементы низкой активности.

2) Расход воды В (водосодержание, $\text{л}/\text{м}^3$) определяют, исходя из необходимости обеспечения подвижности или жесткости бетонной смеси, вида и крупности заполнителя. При выборе подвижности бетонной смеси учитывают размеры и характер конструкции, простоту армирования и способы укладки смеси.

Введение в бетонную смесь поверхностно-активных добавок, например СДБ, повышает подвижность бетонной смеси и уменьшает ее водопотребность.

3) Определяют расход цемента

$$Ц = B \cdot (Ц / B) \quad \text{или} \quad Ц = B : (B / Ц) \quad (3)$$

Это количество цемента не должно быть ниже минимально допустимого. Величину $Ц$ увеличивают до нормы вместе с B , чтобы $B/Ц$ оставалось неизменным.

4) Расход заполнителей - песка и щебня (гравия) - устанавливают по полученным значениям B и $Ц$, а также коэффициента раздвижки α зерен щебня (гравия), который вводят для увеличения количества песка, чтобы повысить подвижность бетонной смеси за счет отдаления (раздвижки) зерен щебня (гравия).

Составляют два уравнения. Первое: сумма абсолютных объемов всех составных частей бетона (в литрах) равна 1 м^3 (1000 л) готового уплотненного бетона:

$$\frac{Ц}{\rho_{Ц}} + B + \frac{П}{\rho_{П}} + \frac{Щ}{\rho_{Щ}} = 1000,$$

где $Ц, B, П, Щ$ – масса материалов, кг в 1 м^3 бетона;

$\rho_{Ц}, \rho_{П}, \rho_{Щ}$ – истинная плотность материалов, кг/л.

Второе уравнение: объем цементно-песчаной массы равен объему пустот между щебнем с некоторой раздвижкой зерен:

$$\frac{Ц}{\rho_{Ц}} + \frac{П}{\rho_{П}} + B = V_{Щ} \cdot \frac{Щ}{\rho_{н.щ}} \cdot \alpha,$$

где $V_{Щ}$ – пустотность щебня в относительных единицах,

$$V_{Щ} = (\rho_{Щ} - \rho_{н.щ});$$

$\rho_{н.щ}$ – насыпная масса крупного заполнителя;

α – коэффициент раздвижки зерен (коэффициент избытка раствора).

Решая совместно эти уравнения, находят формулу для определения расхода щебня и песка.

$$Щ = \frac{1000}{\frac{V}{\rho_{н.щ}} \cdot \alpha + \frac{1}{\rho_{Щ}}}; \quad (4)$$

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{Ц}} + B + \frac{Щ}{\rho_{Щ}} \right) \right] \cdot \rho_{П}. \quad (5)$$

Коэффициент раздвижки зерен α принимают для подвижной бетонной смеси по таблице №13. Для жесткой смеси α принимают в зависимости от расхода цемента:

Коэффициент раздвижки зерен α для подвижной бетонной смеси

Расход цемента	Коэффициент раздвижки зерен α
до 400	1,05 ÷ 1,1
от 400 до 500	1,1 ÷ 1,2
от 500 до 600	1,2 ÷ 1,25

Плотность бетонной смеси вычисляется по формуле:

$$\rho_{б.с} = Ц + Щ + В + П, \quad \text{кг/м}^3 \quad (6)$$

Полевой состав бетона определяют с учетом влажности заполнителей. Содержание воды в заполнителе определяют по формулам:

$$B_{П} = W_{П} \cdot П, \quad B_{Щ} = W_{Щ} \cdot Щ, \quad (7)$$

где $B_{П}$, $B_{Щ}$ – содержание воды в песке и щебне;

$W_{П}$, $W_{Щ}$ – влажность песка и щебня;

$П$, $Щ$ – расход песка и щебня, кг.

Для получения заданной прочности бетона и подвижности бетонной смеси необходимо сохранить определенные для номинального состава В/Ц, расход воды и плотность бетона. Соответственно уменьшают расход воды, новый расход воды определяют по формуле:

$$B_{Н} = B - B_{П} - B_{Щ}. \quad (8)$$

Расход цемента не изменяют, расход заполнителя увеличивают соответственно с массой содержащейся в нем воды (4, 5).

Объем бетонной смеси всегда меньше суммы насыпных объемов составляющих ее материалов, поэтому вводится «коэффициент выхода бетона»:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\rho_{н.ц}} + \frac{П}{\rho_{н.п}} + \frac{Щ}{\rho_{н.щ}}}, \quad (9)$$

где β – коэффициент выхода бетона;

$Ц$, $П$, $Щ$ – объем цемента, песка и щебня;

$\rho_{ц}$, $\rho_{п}$, $\rho_{щ}$ – насыпная плотность соответственно цемента, песка и щебня.

Расход материалов на замес бетономешалки (или для данного объема работ) вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} Ц_v &= (\beta_v / 1000) \cdot Ц, & B_v &= (\beta_v / 1000) \cdot B, \\ П_v &= (\beta_v / 1000) \cdot П, & Щ(\Gamma)_v &= (\beta_v / 1000) \cdot Щ(\Gamma), \end{aligned} \quad (10)$$

где C_V , B_V , P_V , $Щ(\Gamma)_V$ – количество цемента, воды, песка и щебня на замес бетономешалки объемом V , кг;

7.5 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

- сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;
- употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

7.6 Контрольные вопросы

- 1) Классификация бетонов по виду вяжущего;
- 2) Технологические свойства бетонной смеси;
- 3) Какие факторы влияют на прочность бетона?
- 4) Свойства бетона;
- 5) Что используют в качестве заполнителей для легких бетонов?

8. Лабораторная работа № 8 - «Приготовление растворной смеси, определение её подвижности, изготовление образцов для определения прочности раствора»

8.1 Цель работы

- Приготовить растворную смесь заданного преподавателем состава; определить ее подвижность эталонным конусом; изготовить из смеси образцы на пористом (кирпичном) основании для испытания их на сжатие и определение марки раствора.

8.2 Предмет и содержание работы

При приготовлении растворной смеси группу учащихся условно делят на четыре звена. Каждому звену выдают задание: приготовить растворную смесь подвижностью 7...8 см, пригодную для нанесения штукатурного грунта. При этом состав смеси (цемент : песок) задают по массе: для первого звена - 1:2, для второго звена - 1:3, для третьего - 1:4, для четвертого - 1:5. Если воды взяли больше, чем требовалось, состав корректируют небольшой добавкой цемента и песка при тщательном перемешивании смеси.

8.3 Оборудование, технические средства, инструмент

- весы технические;
- сферическая чаша;
- лопатка;
- конусная колба (или другой сосуд) вместимостью 1000 см³;
- прибор для определения подвижности растворной смеси;
- металлическая форма без дна;
- штангенциркуль.

8.4 Задание

Приготовить растворную смесь заданного состава, определить ее подвижность. Описать методику приготовления смеси и определения подвижности. Описать порядок изготовления образцов для определения прочности раствора, влияние водоцементного отношения на прочность раствора.

Зарисовать прибор для определения подвижности раствора.

8.5 Порядок выполнения работы

В сферическую чашу для затворения, дно которой протирают влажной тканью, высыпают навеску песка. В песке лопаткой делают лунку, в которую высыпают цемент. В течение 1...2 мин песок и цемент всухую перемешивают до визуальной однородности, в результате получается сухая смесь - гарцовка. Конусную колбу (или другой сосуд) вместимостью 1000 см³ полностью наполняют водой и взвешивают. Массу колбы с водой записывают. В гарцовке лопаткой делают лунку, отливают примерно половину взятой воды и смесь

хорошо перемешивают. Если растворная смесь будет слишком густой, к ней добавляют немного воды и вновь перемешивают. Всю воду из колбы выливать в смесь нельзя, часть ее должна остаться в колбе.

Тщательно перемешенную смесь лопаткой перекалывают в коническое ведро прибора так, чтобы она не доходила до краев ведра. Стальным стержнем диаметром 10 - 12 мм смесь штыкуют до дна 25 раз. Пятью - шестью легкими ударами ведра о стол смесь разравнивают. Затем сразу же ведро с растворной смесью помещают под острие эталонного конуса, которое подводят до соприкосновения с раствором. Стопорным винтом конус фиксируют в этом положении и по шкале прибора берут отсчет в сантиметрах.

Для примера допустим, что стрелка остановилась на делении 3. Винт прибора опускают, и эталонный конус массой 300 г резко опускается в растворную смесь. Допустим, что стрелка прибора остановилась при этом на делении шкалы 10,5 см. Определяем глубину погружения конуса в растворную смесь: $10,5 - 3 = 7,5$ см. Это и есть подвижность растворной смеси, соответствующая требованию задания (7...8 см).

Колбу с остатком воды взвешивают. Вычитая из первоначальной массы колбы с водой массу колбы с остатком воды, определяют фактический расход воды в растворной смеси. Допустим, что он равен 600 г. Делением массы воды в растворе на массу цемента в нем, вычисляют водоцементное отношение растворной смеси. В нашем случае $B / Ц = 600 : 1000 = 0,6$.

Результат выполнения работы записывают в журнале работ в виде таблицы №14.

Поскольку все четыре состава смеси разные, а подвижность их примерно одинакова, то при одинаковом расходе цемента на замес, $B / Ц$ каждой смеси будет иным. Следовательно, прочность затвердевших растворов разных составов будет разной. Чем меньше приходится песка на единицу цемента и чем меньше $B / Ц$ смеси, тем раствор будет прочнее. Убедиться в этом возможно после испытания образцов-кубиков через 28 суток твердения их в нормальных условиях.

Три образца-кубика 7,07 x 7,07 x 7,07 см из приготовленной растворной смеси формируют в разборных металлических формах без дна. Форму, слегка смазанную машинным маслом, помещают на плашку кирпича, покрытую влажной газетной бумагой. Форму до половины высоты заполняют растворной смесью, которую уплотняют стандартным шпателем, причем делают шесть нажимов вдоль одной стороны формы и шесть в перпендикулярном направлении. Форму полностью заполняют смесью, второй слой уплотняют таким же образом (всего 24 нажима шпателем). Над формой должен быть небольшой избыток раствора. Через 15-20 мин, после поглощения части воды из раствора кирпичом, избыток смеси срезают мокрым ножом и поверхность заглаживают вровень с краями формы. Формы, заполненные цементным раствором, помещают в камеру с температурой 20 ± 3 °С и относительной влажностью воздуха выше 90%. Через 1 сутки после укладки растворной смеси образцы освобождают от форм и хранят в той же камере, в тех же условиях, в

течении 3 суток, а остальное время (до момента испытания) - в воде или во влажном песке.

8.6 Оформление результатов

Таблица №14

№ звена	Состав раствора по массе (цемент: песок)	Расход материалов на замесе, г			Показания стрелки прибора, см		Подвижность растворной смеси, см
		цемент	песок	вода (по опыту)	до погружения конуса	после погружения конуса	
1	1:2	1000	2000				
2	1:3	1000	3000				
3	1:4	1000	4000				
4	1:5	1000	5000				

8.7 Общие правила оформления работы

Работа оформляется в последовательности, приведенной в методических указаниях. Текст работы пишется аккуратно, от руки, чернилами или пастой в ученической тетради или на сброшюрованных листах формата А4 с соблюдением ГОСТ 2.105, ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 7.0.100 (допускается оформление работы в виде принтерных распечаток с соблюдением вышеназванных стандартов).

При оформлении работы не допускается:

- сокращать наименование единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, а также ГОСТ Р 7.0.12;
- употреблять в тексте математические знаки без цифр, например, \leq (меньше или равно), \geq (больше или равно), \neq (не равно), а также знаки \varnothing (диаметр), % (процент), № (номер), § (параграф), применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, СТ, СЭВ, СТ ИСО, СТ МЭК) без регистрационного номера.

8.8 Контрольные вопросы

- 1) Что называют строительным раствором; чем раствор отличается от растворной смеси?
- 2) Чем отличается тяжелый раствор от легкого?
- 3) Чем отличается жирный раствор от тощего?
- 4) Чем отличается простой раствор от сложного?
- 5) Что такое подвижность растворной смеси?
- 6) От чего зависит прочность раствора?

Список используемой литературы

1. ГОСТ 8736-2014. Песок для строительных работ. Технические условия: Взамен ГОСТ 8736—93: Дата введения 01.04.2015. - М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
2. Афанасьев А.А. Бетонные работы: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высш. шк., 1991.- 288 с.: ил.
3. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: Учебное пособие для строительных специальностей вузов. - Москва: Высш. шк., 2003. - 701 с.: ил.
4. Микульский В.Г. и др. Строительные материалы: Учебное издание. - Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004 – 536 с.

Фок Наталья Анатольевна

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов направления 08.03.01 «Строительство» дневной и заочной
форм обучения

Подписано к печати __.__.13. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 2,1. Тираж 6 экз.+ЭР Зак._____ Рег. № ____.

Отпечатано в РИО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.