

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет»

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

Методические указания для выполнения лабораторной работы
студентами всех форм обучения по направлению 270100 – «Строительство»

Нижегород – 2010

УДК 691.53

Строительные растворы. Методические указания для выполнения лабораторной работы студентами всех форм обучения по направлению 270100 – «Строительство». – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2010. – 30 с.

Приведена методика подбора состава сложного раствора и изложена последовательность выполнения лабораторной работы по теме «Строительные растворы».

Рис. 2, табл. 11, библиограф. наим. 18.

Составитель В.Т.Никулин.

© ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», 2010.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Классификация строительных растворов.....	4
2 Общие технические требования.....	5
3 Содержание работы.....	6
4 Порядок выполнения работы.....	7
5 Методика выполнения работы.....	8
5.1 Выбор вида вяжущих материалов и добавок.....	8
5.2 Установление состава сложного раствора в частях по объёму, расхода цемента и пластификатора на 1 м ³ песка.....	11
5.3 Определение расхода воды на 1 м ³ песка для получения растворной смеси заданной подвижности.....	14
5.4 Определение предела прочности строительного раствора на сжатие.....	18
Приложение А. Выбор вяжущих веществ для строительных растворов.....	23
Приложение Б. Расход вяжущего вещества.....	24
Приложение В. Минимальный расход цемента в кладочном растворе.....	25
Приложение Г. Плотность известкового теста и коэффициенты приведения к известковому тесту плотностью 1,4 кг/л.....	25
Приложение Д. Составы строительных растворов.....	26
Приложение Е. Пример подбора состава строительного раствора и определения расхода материалов на один замес растворосмесителя.....	27
Литература.....	29

ВВЕДЕНИЕ

Строительным раствором называют рационально составленную, однородно перемешанную смесь вяжущего вещества, воды, песка и добавок, приобретающую с течением времени камневидное состояние.

Строительные растворы предназначаются для соединения отдельных штучных элементов зданий (кирпича, бутового камня и т. п.) в единый монолит, для заполнения швов при монтаже крупнопанельных зданий, отделки стен и потолков, для изготовления декоративных и защитных штукатурок, для устройства полов и т. д.

В каменных и полносборных зданиях расход строительного раствора составляет от 10 до 25 % от общего объема конструкций.

В качестве заполнителя в строительных растворах используются чаще всего природные кварцевые пески, как горные, так и речные. Реже применяются пески, полученные дроблением горных пород. Для приготовления строительных растворов могут применяться искусственные пористые пески: керамзитовые, перлитовые, вермикулитовые, из металлургических шлаков и т. п.

Тяжелый песок для строительных растворов должен соответствовать ГОСТ 8736 – 93 «Песок для строительных работ. Технические условия».

1 КЛАССИФИКАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Строительные растворы классифицируют по:

- основному назначению;
- применяемому вяжущему;
- средней плотности.

По основному назначению растворы подразделяют на:

- кладочные для каменных кладок и монтажа стен из крупных элементов;

- облицовочные;
- штукатурные;
- специальные, обладающие некоторыми ярко выраженными особыми свойствами (инъекционные, жаростойкие, химически стойкие, огнестойкие, тепло- и гидроизоляционные, тампонажные, декоративные, напрягающие и др.).

По виду применяемых вяжущих веществ растворы подразделяют на:

- простые (цементные, известковые, гипсовые и др.);
- сложные (цементно-известковые, цементно-глиняные и др.).

Таким образом, строительные растворы называются простыми, если они изготовлены на каком-либо одном вяжущем веществе (цемент, известь и др.), а изготовленные на нескольких вяжущих (цемент+известь, известь+гипс) – сложными. При этом название строительного раствора соответствует названию вяжущих веществ, использованных для его приготовления, например: известковый раствор, цементно-известковый раствор и т.п.

По средней плотности в сухом состоянии растворы подразделяют на:

- тяжелые со средней плотностью 1500 кг/м^3 и более;
- легкие со средней плотностью менее 1500 кг/м^3 .

2 ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Основные свойства растворных смесей:

- подвижность;
- водоудерживающая способность;
- раслаиваемость;
- температура применения;
- средняя плотность;
- влажность (для сухих растворных смесей).

Основные свойства затвердевшего раствора:

- прочность на сжатие;
- морозостойкость;
- средняя плотность.

При необходимости могут быть установлены дополнительные показатели по ГОСТ 4.233 – 86 «Растворы строительные. Номенклатура показателей».

3 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во время выполнения данной лабораторной работы необходимо рассчитать состав кладочного строительного раствора (соотношение составляющих материалов) для заданных условий эксплуатации зданий с требуемыми основными свойствами растворной смеси (подвижностью, водоудерживающей способностью и др.) и затвердевшего раствора (прочностью, морозостойкостью и др.).

На основании задания, в котором указывается назначение строительного раствора, его марка по прочности и свойства исходных материалов, устанавливается наименование раствора и назначается подвижность растворной смеси, подсчитывается номинальный состав раствора, определяется расход материалов на 1 м³ песка и на один замес растворосмесителя, производится опытный замес растворной смеси с определением ее подвижности, изготавливаются и испытываются контрольные образцы строительного раствора.

Состав строительного раствора определяется в соответствии с СП 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных».

Испытания строительных растворов производятся по ГОСТ 5802 – 86 «Растворы строительные. Методы испытаний».

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Работа выполняется в течение трёх занятий, т.е. шести учебных часов.

В первое занятие звено в составе двух-трех человек получает задание и определяет:

- наименование строительного раствора;
- необходимую подвижность растворной смеси;
- состав раствора и расход составляющих материалов на 1 м^3 песка, один замес растворосмесителя и на опытный замес.

Установление состава строительного раствора, т. е. количественное соотношение составляющих его материалов, зависит от марки раствора.

Марка строительного раствора назначается с учетом обеспечения требований:

- достаточной прочности и устойчивости конструкций;
- необходимой степени долговечности при данных условиях работы конструкций.

Установленный состав строительного раствора уточняется контрольными испытаниями прочности образцов. Поэтому во второе занятие теми же звеньями производится:

- определение расхода воды на 1 м^3 песка для получения растворной смеси заданной подвижности путем опытного замеса;
- изготовление контрольных образцов-кубов.

На третьем занятии студенты производят:

- испытание контрольных образцов строительного раствора после хранения их в соответствующих условиях;
- обработку результатов испытаний.

После этого делаются выводы по работе.

5 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В соответствии с заданием установление состава и испытание строительного раствора для каменной кладки и монтажа крупнопанельных стен производится в следующей последовательности.

5.1 Выбор вида вяжущих материалов и добавок

Вяжущие материалы для приготовления растворов следует выбирать в зависимости от их назначения, вида конструкций и условий их эксплуатации. Они должны удовлетворять требованиям соответствующих нормативных документов.

Известковое вяжущее применяют в виде гидратной извести (пушонки), известкового теста, известкового молока.

Строительный гипс используется как добавка к известковым растворам с целью ускорения процесса твердения и повышения их прочности, а также как самостоятельное вяжущее вещество при изготовлении гипсовых растворов.

Цементы для приготовления строительных растворов целесообразно применять низких марок, так как у растворов, как правило, не требуется высокая прочность. Кроме того, при использовании высокомарочных цементов для получения строительного раствора заданной прочности получается низкий расход вяжущего вещества, что ухудшает подвижность растворной смеси. Поэтому для строительных растворов применяются следующие виды вяжущих:

- известково-шлаковые, известково-пуццолановые и другие местные вяжущие вещества;
- цементы для строительных растворов;
- различные клинкерные цементы без добавок и с активными минеральными тонкомолотыми и тонкодисперсными добавками.

Для улучшения свойств растворной смеси: подвижности и вододерживающей способности, в ее состав вводят неорганические пластификаторы (известь или глину) или органические пластификаторы-микроренообразователи (мылонафт, подмыльный щелок, омыленный древесный пек – ЦНИПС-1, лигносульфонаты технические – ЛСТ и др.). Допускается также применение цементной пыли, улавливаемой электрофильтрами на цементных заводах при производстве клинкера.

Глина вводится в состав растворной смеси в виде теста с глубиной погружения в него стандартного конуса на 13...14 см или в виде порошка грубого помола.

Средняя плотность глиняного теста в зависимости от жирности глины и содержания в ней песка принимается в пределах 1350...1600 кг/м³.

Мылонафт – это побочный продукт, получаемый при щелочной очистке нефтепродуктов. Он состоит в основном из натриевых мыл нафтеновых кислот. По внешнему виду мылонафт представляет собой мазеобразное вещество от желтого до темно-коричневого цвета, легко растворяющееся в воде.

Подмыльный щелок – это побочный продукт мыловаренного производства, получаемый при варке хозяйственного мыла. Он представляет собой жидкость коричневого цвета с характерным запахом мыла. В его состав входят омыленные жирные кислоты, поваренная соль, углекислая сода, едкий натрий.

Омыленный древесный пек ЦНИПС-1 изготавливается из лиственного или хвойного пека путем омыления едким натром. В результате такой обработки древесный пек приобретает способность растворяться в горячей воде, водный раствор которого обладает поверхностно-активными свойствами и является микроренообразователем. Пластификатор ЦНИПС-1 выпускается заводами в виде твердого продукта.

Расход органических пластификаторов-микроренообразователей зависит от состава строительного раствора, вида и крупности заполнителя, продол-

жительности перемешивания и устанавливается на пробных замесах, приготовленных на том же перемешивающем механизме, на котором производится приготовление растворной смеси, и составляет 0,1...0,3 % от массы вяжущего вещества.

Добавки вводят в растворные смеси, готовые к применению, в виде водных растворов или водных суспензий, в сухие растворные смеси – в виде водорастворимого порошка или гранул.

Вода для затворения растворных смесей и приготовления добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия».

При возведении каменных, крупноблочных и крупнопанельных конструкций в зимних условиях без искусственного прогрева в тех случаях, когда это необходимо для повышения их несущей способности, следует применять строительные растворы марок 50 и выше на портландцементе марки не ниже 300 с противоморозными химическими добавками (поташом, нитритом натрия, комплексной химической добавкой, состоящей из нитрата кальция и мочевины и др.), твердеющие при отрицательной температуре (см. таблицу 1).

При подземной неармированной кладке с целью понижения температуры замерзания строительного раствора допускается применение хлорида кальция, хлорида натрия, хлорида аммония или смеси хлорида натрия и хлорида кальция (в равных долях) в количестве 4...7 % от массы цемента. Применение строительных растворов с этими добавками для кладки стен жилых и общественных зданий запрещается.

Вид вяжущих материалов при изготовлении строительных растворов для каменных кладок и монтажа крупноблочных и крупнопанельных стен при твердении раствора при положительной температуре принимается согласно СП 82-101-98 в зависимости от эксплуатационных условий работы конструкций (см. приложение А).

Таблица 1 – Нормативное количество противоморозных добавок для строительных растворов

Вид добавки	Среднесуточная температура воздуха, °С	Количество добавок от массы цемента, %	Соотношение между компонентами добавки по массе в пересчёте на сухое вещество
Поташ	От 0 до минус 5	5	–
	« минус 6 « « 15	10	–
	« « 16 « « 30	15	–
Нитрит натрия	« 0 « « 5	5	–
	« « 6 « « 9	8	–
	« « 10 « « 15	10	–
Нитрат кальция с мочевиной (НКМ)	« 0 « « 5	5	НК:М – 1:1
	« « 6 « « 15	10	НК:М – 2:1
	« « 16 « « 25	15	НК:М – 3:1

5.2 Установление состава сложного раствора в частях по объему,

расхода цемента и пластификатора на 1 м³ песка

Состав строительного раствора, т. е. соотношение между цементом, неорганическим пластификатором и песком по объему, устанавливается в соответствии с СП 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных» и уточняется прямыми испытаниями контрольных образцов раствора на прочность.

Расход вяжущего вещества на 1 м³ песка и на 1 м³ строительного раствора принимается по таблицам (см. приложение Б), где $R_b = M_b / 1000$.

Для получения заданной марки строительного раствора в случае применения вяжущих веществ, отличающихся маркой ($M_{вф}$) от приведенных в приложении Б (M_b), расход вяжущего на 1 м³ песка в кг определяется по формуле

$$Q_{\text{вф}} = \frac{R_{\text{в}} Q_{\text{в}}}{M_{\text{вф}}} \cdot 1000,$$

где $Q_{\text{в}}$ – расход вяжущего на 1 м^3 песка с активностью по приложению Б, кг;

$Q_{\text{вф}}$ – расход вяжущего вещества с иной активностью;

$R_{\text{в}} Q_{\text{в}}$ принимается по приложению Б для заданной марки строительного раствора.

Расход вяжущего вещества на 1 м^3 песка должен быть не ниже минимального предела, указанного в приложении В.

Расход вяжущего вещества по объему $V_{\text{в}}$ на 1 м^3 песка подсчитывается по формуле

$$V_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{вф}}}{\rho_{\text{нц}}},$$

где $\rho_{\text{нц}}$ – насыпная плотность вяжущего вещества, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Если не задана насыпная плотность вяжущего вещества, то ее величина принимается:

- для марок 200...500 – $1100 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- для марки 150 – $900 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- для марок 25...100 – $700 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Количество неорганических пластификаторов (известкового или глиняного теста $V_{\text{д}}$ на 1 м^3 песка .в м^3) определяется по формуле

$$V_{\text{д}} = 0,17 (1 - 0,002 Q_{\text{вф}}).$$

На основании установленных расходов вяжущего вещества и пластификатора (известкового или глиняного теста) на 1 м^3 песка определяется соотношение объемных частей строительного раствора (цемент : пластификатор : песок)

$$V_{\text{в}} : V_{\text{д}} : 1$$

Количество вяжущего вещества принимается за единицу. Поэтому необходимо разделить все члены пропорции на $V_{\text{в}}$ (количество цемента по объе-

му), в результате чего определяется состав строительного раствора в частях по объему.

Для лабораторного подбора рекомендуемые составы цементно-известковых, цементно-глиняных и цементных растворов приведены в приложении Д.

Дозировка извести и глины в качестве неорганической добавки по объёму производится с учётом следующих условий:

- дозировка извести II сорта – в виде теста плотностью 1400 кг/м^3 ; при применении извести I сорта количество теста уменьшается на 10 %;

- при применении известкового теста или известкового молока с плотностью больше или меньше указанной выше, их количество по объёму определяется умножением объёма известкового теста плотностью 1400 кг/м^3 на коэффициенты приведённые в приложении Г;

- дозирование глины – в виде теста с глубиной погружения в него стандартного конуса на 13...14 см или в виде порошка грубого помола; при применении глиняного порошка грубого помола его дозировка производится при тощей глине в таком же количестве, как и теста; при глине средней жирности дозировка по сравнению с объёмом теста уменьшается на 15 %, а при жирной глине – на 25 %.

Характеристика глины по жирности и плотность глиняного теста приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Жирность глины и плотность глиняного теста

Вид глины	Плотность, кг/м^3 , глиняного теста с погружением в него стандартного конуса на 13...14 см	
	средняя	максимальная
Жирная с содержанием песка до 5 %	1350	1400
Средней жирности с содержанием песка до 15 %	1450	1500
Тощая или суглинок с содержанием песка до 30 %	1550	1600

5.3 Определение расхода воды на 1 м³ песка для получения растворной смеси заданной подвижности

Растворная смесь должна обладать заданной подвижностью, хорошей водоудерживающей способностью, низкой расслаиваемостью.

Подвижностью растворной смеси называется ее способность растекаться под действием сил собственного веса или приложенных внешних сил.

Водоудерживающая способность – это свойство растворной смеси удерживать в своём составе воду при интенсивном отсосе её пористым основанием.

Расслаиваемость – это свойство растворной смеси, характеризующее связность её составляющих при вибрационных воздействиях.

Подвижность растворной смеси характеризуется измеряемой в сантиметрах глубиной погружения в неё эталонного конуса (рисунок 1).

Эталонный конус прибора изготавливают из листовой стали или из пластмассы со стальным наконечником. Высота эталонного конуса 145 мм, диаметр основания 75 мм, угол при вершине $30^{\circ} \pm 30'$. Масса эталонного конуса со штангой составляет (300 ± 2) г.

Сосуд для растворной смеси ёмкостью 3 л имеет форму усечённого конуса с диаметром нижнего основания 150 мм, верхнего основания 250 мм, высотой 180 мм.

Прибор устанавливают на горизонтальной поверхности и проверяют свободу скольжения штанги 4 в направляющих 6. Все соприкасающиеся с растворной смесью поверхности конуса и сосуда следует очистить от загрязнений и протереть влажной тканью. Сосуд 7 наполняют растворной смесью на 1 см ниже его краёв и уплотняют её путём штыкования стальным стержнем 25 раз и 5...6-кратным лёгким постукиванием о стол, после чего сосуд ставят на площадку прибора. Остриё конуса 3 приводят в соприкосновение с поверхностью растворной смеси в сосуде, закрепляют штангу конуса стопор-

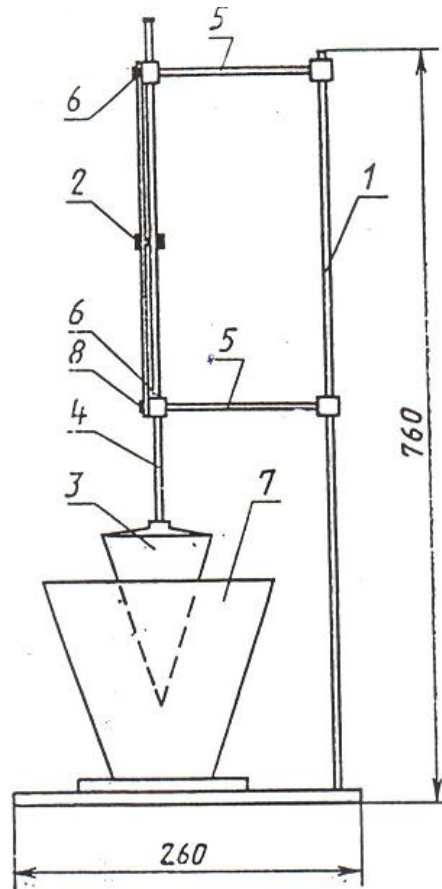


Рисунок 1 – Прибор для определения подвижности растворной смеси
 1 – штатив; 2 – шкала; 3 – эталонный конус; 4 – штанга; 5 – держатели;
 6 – направляющие; 7 – сосуд для растворной смеси; 8 – стопорный винт.

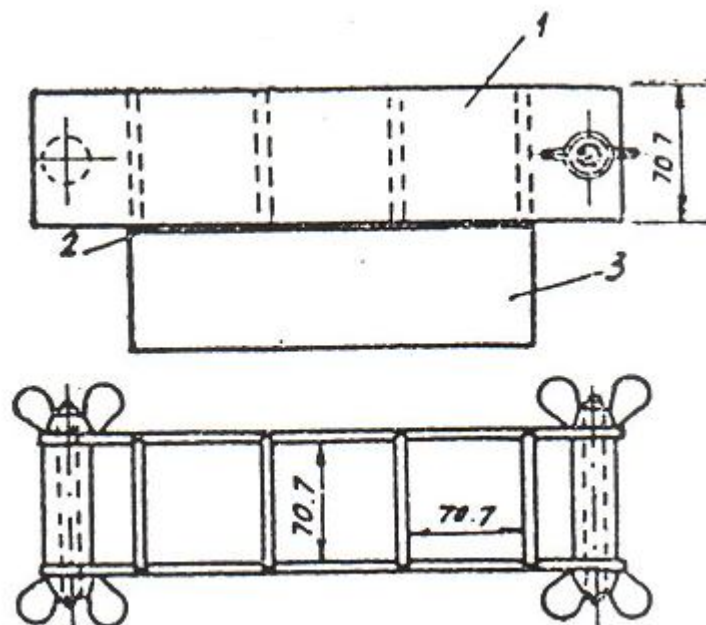


Рисунок 2 – Форма для изготовления кубов
 1 – металлическая форма; 2 – лист бумаги; 3 – кирпич.

ным винтом 8 и делают первый отсчёт по шкале. Затем отпускают стопорный винт.

Конус должен погружаться в растворную смесь свободно. Второй отсчёт снимают по шкале через 1 мин после начала погружения конуса. Глубину погружения конуса, измеряемую с погрешностью до 1 мм, определяют как разность между первым и вторым отсчётом.

В производственных условиях глубину погружения конуса оценивают по результатам двух испытаний на разных пробах растворной смеси одного замеса как среднее арифметическое значение из них и округляют.

В зависимости от подвижности растворные смеси подразделяют на марки (см. таблицу 3).

Таблица 3 – Марки по подвижности растворной смеси

Марка по подвижности P_k	Норма подвижности по погружению конуса, см
P_{k1}	От 1 до 4 включ.
P_{k2}	Св. 4 » 8 »
P_{k3}	» 8 » 12 »
P_{k4}	» 12 » 14 »

В зависимости от назначения принимают различную подвижность растворных смесей для каменных кладок и монтажа крупнопанельных стен в летних и зимних условиях (см. таблицу 4).

Расход воды на 1 м³ песка для получения растворной смеси заданной подвижности зависит от состава раствора, вида вяжущего вещества и заполнителя и устанавливается на опытных замесах.

С этой целью производят пробный замес растворной смеси соответствующего состава и необходимое количество воды подбирают в зависимости от требуемой глубины погружения стандартного конуса в растворную смесь.

Таблица 4 – Требуемая подвижность растворной смеси кладочных растворов

Основное назначение раствора	Глубина погружения конуса, см	Марка по подвижности P_k
Для бутовой кладки:		
вибрированной	1...3	P_k1
невибрированной	4...6	P_k2
Для кладки из пустотелого кирпича или керамических камней	7...8	P_k2
Для кладки из полнотелого кирпича, керамических камней, бетонных камней или камней из легких пород	8...12	P_k3
Для заливки пустот в кладке и подачи раствора насосом	13...14	P_k4
Для устройства постели при монтаже стен из крупных бетонных блоков и панелей, расшивок горизонтальных и вертикальных швов в стенах из панелей и крупных блоков	5...7	P_k2

Для выполнения пробного замеса рассчитывают расход вяжущих материалов на 2 или 3 литра песка в соответствии с установленным расходом материалов на 1 м^3 песка. При этом количество цемента определяют по массе в г, известкового или глиняного теста – по объему в см^3 . Примерный расход воды на 1 м^3 песка или на пробный замес (на 2 или 3 литра песка) для цементно-известковых и цементно-глиняных растворов подвижностью 9...10 см определяют по формуле

$$V=0,5(Q_v + Q_d).$$

Пробный замес растворной смеси производят следующим образом: в специальную чашку сначала высыпают 2 или 3 литра песка, на песок высы-

пают взвешенный цемент, и эту смесь в сухом состоянии перемешивают лопаточкой. Затем мерным стеклянным цилиндром отмеривают по объему (в см³) известковое или глиняное тесто и воду, которые перемешивают в другой чашке. Полученное известковое или глиняное молоко выливают в смесь песка с цементом, после чего всю массу тщательно перемешивают до полной однородности.

Далее, у подготовленной таким образом растворной смеси, определяют подвижность, т. е. глубину погружения стандартного конуса. Если при введенном количестве воды получена меньшая глубина погружения конуса в см, чем требуется, то расход воды увеличивают, а если большая, то – уменьшают. Во втором случае замес делается вновь.

Так опытным путем устанавливают необходимое количество воды для получения растворной смеси заданной подвижности. Результаты опытов записывают в соответствующую таблицу отчетного журнала. На основании результатов пробного замеса подсчитывают расход воды на 1 м³ песка в растворной смеси.

Пример подбора состава строительного раствора приведен в приложении Е.

5.4 Определение предела прочности строительного раствора на сжатие

Маркой строительного раствора называется предел прочности на сжатие образцов-кубов размерами 70,7×70,7×70,7 мм, изготовленных из растворной смеси требуемой подвижности и испытанных в возрасте 28 суток при температуре твердения (20±2) °С.

При определении несущей способности кладки в другие сроки и при других условиях твердения растворов принимается их действительная прочность, установленная испытаниями в эти сроки.

Для строительных растворов установлены следующие значения марок: 4; 10; 25; 50; 75; 100; 150, 200, 300.

Определение предела прочности на сжатие строительного раствора производят следующим образом.

5.4.1 Изготовление контрольных образцов-кубов. Из растворной смеси требуемых состава и подвижности изготавливают три куба размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм в разъемных формах из стали (рисунок 2). Изготовление образцов из растворной смеси подвижностью до 5 см производят в формах с поддоном. В этом случае формы заполняют растворной смесью в два слоя высотой примерно по 4 см. Уплотнение слоев смеси в каждом отделении формы производят специальным шпателем. Каждый слой уплотняют 12-ю нажимами шпателя: 6-ю нажимами вдоль одной стороны и 6-ю – в перпендикулярном направлении. Избыток раствора срезают вровень с краями формы смоченной водой стальной линейкой и заглаживают поверхность.

Образцы из растворной смеси подвижностью 5 см и более изготавливают в формах без поддона, устанавливаемые на керамический кирпич с водопоглощением 10...15 % и влажностью не более 2 % по массе. Во избежание прилипания образцов к кирпичу, последний предварительно покрывают смоченной водой газетной или другой непроклеенной бумагой. Формы, смазанные внутри машинным маслом, заполняют растворной смесью за один прием с некоторым избытком, а затем массу в них уплотняют 25-кратным штыкованием (прокалыванием) стальным стержнем диаметром 12 мм по концентрической окружности от центра к краям. Через некоторое время кирпич оттянет часть воды из растворной смеси, и поверхность раствора станет матовой. После этого следует срезать избыток раствора вровень с краями формы и заглаживать поверхность.

5.4.2 Хранение образцов-кубов в формах и после освобождения из форм до и после испытания. Формы, заполненные растворной смесью, приготовленной на гидравлических вяжущих, выдерживают до распалубки в камере нормального хранения при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха 95...100 %, а формы, заполненные растворной смесью,

приготовленной на воздушных вяжущих – в помещении с температурой (20 ± 2) °С и относительной влажностью (65 ± 10) %.

Через сутки после укладки растворной смеси образцы-кубы освобождают из форм и хранят при температуре (20 ± 2) °С следующим образом:

а) образцы из растворных смесей на гидравлических вяжущих – в течение трех суток в камере нормального хранения при относительной влажности 95-100 %, а остальное время до испытания:

1) для растворов, твердеющих на воздухе – в помещении при относительной влажности (65 ± 10) %;

2) для растворов, твердеющих во влажной среде, – в воде;

б) образцы из растворных смесей на воздушных вяжущих – в помещении при относительной влажности (65 ± 10) %.

При отсутствии камеры нормального твердения допускается хранение образцов, приготовленных на гидравлических вяжущих, во влажном песке или опилках.

Образцы-кубы, изготовленные из медленно твердеющих растворных смесей, могут быть освобождены из форм через 2...3 сут.

5.4.3 Испытание образцов-кубов на сжатие. После достижения 28-суточного возраста кубы испытывают на сжатие. Перед испытанием поверхность кубов, хранившихся в воздушных условиях, очищают волосяной щеткой; кубы, находящиеся в воде, вынимают не ранее чем за 10 минут до испытания и вытирают влажной тканью. На подушку пресса кубы помещают так, чтобы основанием служили грани, соприкасающиеся со стенками формы.

Перед началом испытания выбирают соответствующий ожидаемой прочности строительного раствора диапазон показателей давления пресса и силоизмерительной шкалы. При этом величина разрушающей нагрузки должна укладываться на выбранной шкале в границах от 20 до 80 % от максимальной нагрузки, соответствующей выбранному диапазону.

Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно с постоянной скоростью $(0,6\pm 0,4)$ МПа в секунду.

Для каждого куба предел прочности на сжатие подсчитывают с погрешностью до 0,01 МПа по формуле

$$R = \frac{F}{A}, \text{ МПа,}$$

где F – разрушающая нагрузка, Н;

A – рабочая площадь сечения образца, мм².

Рабочую площадь сечения образцов определяют по результатам измерения как среднее арифметическое значение площадей двух противоположных граней.

Предел прочности на сжатие строительного раствора вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов-кубов. На основании полученных данных устанавливают марку раствора.

Нарастание прочности цементных, цементно-известковых и цементно-глиняных растворов, приготовленных на цементных вяжущих, в зависимости от срока твердения при температуре (20±2) °С указано в таблице 5.

Таблица 5 – Прочность строительного раствора различного возраста

Возраст раствора в сутках	3	7	14	28	60	90
Прочность раствора в % от марочной	33	55	80	100	120	130

В случае твердения указанных растворов в условиях различных температур, величину относительной прочности их следует принимать по таблице 6.

Таблица 6 – Прочность цементных и сложных растворов, твердеющих при различных температурах, в % от их марочной прочности

Возраст, сут.	Прочность раствора, %, при температуре твердения, °С										
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
1	1	4	6	10	13	18	23	27	32	38	43
2	3	8	12	18	23	30	38	45	54	63	76
3	5	11	18	24	33	42	49	58	66	75	85
5	10	19	28	37	45	54	61	70	78	85	95
7	15	25	37	47	55	64	72	79	87	94	99
10	23	35	48	58	68	75	82	89	95	100	-
14	31	45	60	71	80	85	92	96	100	-	-
21	42	58	74	85	92	96	100	103	-	-	-
28	52	68	83	95	100	104	-	-	-	-	-

Примечания

1 Приведенные, в таблице 6 величины прочности даны для растворов, твердевших при относительной влажности воздуха 50...60 %.

2 При применении растворов, изготовленных на шлакопортландцементе и пуццолановом портландцементе, следует учитывать замедление нарастания их прочности при температурах твердения ниже плюс 5 °С. Величина относительной прочности этих растворов определяется умножением значений, приведенных в таблице 6, на коэффициенты: 0,3 – при температуре твердения 0 °С; 0,7 – при температуре твердения плюс 5 °С; 0,9 – при температуре твердения плюс 10 °С; 1 – при температуре твердения плюс 15 °С и выше.

В затвердевшем растворе также помимо приведенных испытаний производят определения: средней плотности, влажности, водопоглощения, морозостойкости.

Данные испытания производят на специальных приборах в соответствии с ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний». Однако в связи с тем, что знание этих показателей растворов необходимо только в отдельных случаях, в студенческий практикум они не включены.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Выбор вяжущих веществ для строительных растворов

Таблица А.1

Условия эксплуатации конструкций	Вид вяжущего
1 Для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений до 60 % и для фундаментов, возводимых в маловлажных грунтах	Портландцемент, пластифицированный и гидрофобный портландцементы, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, цемент для растворов, известково-шлаковое вяжущее
2 Для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений свыше 60 % и для фундаментов, возводимых во влажных грунтах	Пуццолановый портландцемент, пластифицированный и гидрофобный портландцементы, шлакопортландцемент, портландцемент, цемент для растворов, известково-шлаковое вяжущее
3 Для фундаментов при агрессивных сульфатных водах	Сульфатостойкие портландцементы, пуццолановый портландцемент

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расход вяжущего вещества

Таблица Б.1

Вяжущие	Марка раствора M_p	Марка вяжущего, M_B	$R_B \cdot Q_B$	Расход вяжущего, кг	
				на 1 м ³ песка	на 1 м ³ раствора
Вяжущие по ГОСТ 10178-85, ГОСТ 25328-82 и ГОСТ 22266-94	300	500	230	460	510
		400		575	600
	200	500	180	360	410
		400		450	490
	150	500	140	280	330
		400		350	400
		300		470	510
	100	500	102	205	250
		400		255	300
		300		340	390
	75	500	81	160	195
		400		200	240
		300		270	310
		200		405	445
	50	400	56	140	175
		300		185	225
200		280		325	
25	300	31	105	135	
	200		155	190	
10	150	14	93	110	
	100		140	165	
	50		280	320	
4	50		120	145	
	25		240	270	

Примечание – Расход вяжущих веществ указан для сложных цементно-известковых и цементно-глиняных растворов и песка в рыхлонасыпанном состоянии при естественной влажности 3...7 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Минимальный расход цемента в кладочном растворе

Таблица В.1

Условия эксплуатации ограждающих конструкций, влажностный режим помещений по СНиП 23-02-2003	Минимальный расход цемента в кладочном растворе на 1 м ³ сухого песка, кг
При сухом и нормальном режимах помещения	100
При влажном режиме помещения	125
При мокром режиме помещения	175

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Плотность известкового теста и коэффициенты приведения

к известковому тесту плотностью 1,4 кг/л

Таблица Г.1

Плотность известкового теста или молока, кг/л	Коэффициент приведения к известковому тесту плотностью 1,4 кг/л	Плотность известкового теста или молока, кг/л	Коэффициент приведения к известковому тесту плотностью 1,4 кг/л
1,50	0,80	1,29	1,38
1,49	0,81	1,28	1,43
1,48	0,83	1,27	1,48
1,47	0,85	1,26	1,54
1,46	0,87	1,25	1,60
1,45	0,89	1,24	1,67
1,44	0,90	1,23	1,74
1,43	0,93	1,22	1,82
1,42	0,95	1,21	1,90
1,41	0,97	1,20	2,00
1,40	1,00	1,19	2,10
1,39	1,02	1,18	2,22
1,38	1,05	1,17	2,35
1,37	1,08	1,16	2,50
1,36	1,11	1,15	2,66
1,35	1,14	1,14	2,86
1,34	1,17	1,13	3,08
1,33	1,21	1,12	3,33
1,32	1,25	1,11	3,54
1,31	1,29	1,10	4,00
1,30	1,33		

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Составы строительных растворов

Таблица Д.1

Марка раствора	Составы в объемной дозировке растворов при марке вяжущего				
	500	400	300	200	150
Составы цементно-известковых и цементно-глиняных растворов для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений до 60 % и для фундаментов в маловлажных грунтах					
300	1:0,15:2,1	1:0,07:1,8	-	-	-
200	1:0,2:3	1:0,1:2,5	-	-	-
150	1:0,3:4	1:0,2:3	1:0,1:2,5	-	-
100	1:0,5:5,5	1:0,4:4,5	1:0,2:3,5	-	-
75	1:0,8:7	1:0,5:5,5	1:0,3:4	1:0,1:2,5	-
50	-	1:0,9:8	1:0,6:6	1:0,3:4	-
25	-	-	1:1,4:10,5	1:0,8:7	1:0,3:4
10	-	-	-	-	1:1,2:9,5
Составы цементно-известковых и цементно-глиняных растворов для надземных конструкций при относительной влажности воздуха помещений свыше 60 % и для фундаментов во влажных грунтах					
300	1:0,15:2,1	1:0,07:1,8	-	-	-
200	1:0,2:3	1:0,1:2,5	-	-	-
150	1:0,3:4	1:0,2:3	1:0,1:2,5	-	-
100	1:0,5:5,5	1:0,4:4,5	1:0,2:3,5	-	-
75	1:0,8:7	1:0,5:5,5	1:0,3:4	1:0,1:2,5	-
50	-	1:0,9:8	1:0,6:6	1:0,3:4	-
25	-	-	<u>1:1:10,5</u>	1:0,8:7	1:0,3:4
10	-	-	1:1:9	-	<u>1:1:9</u>
					1:0,8:7
Составы цементных растворов для фундаментов и других конструкций, расположенных в насыщенных водой грунтах и ниже уровня грунтовых вод					
300	1:0:2,1	1:0:1,8	-	-	-
200	1:0:3	1:0:2,5	-	-	-
150	1:0:4	1:0:3	1:0:2,5	-	-
100	1:0:5,5	1:0:4,5	1:0:3,0	-	-
75	1:0:6	1:0:5,5	1:0:4	1:0:2,5	-
50	-	-	1:0:6	1:0:4	-
Примечания					
1 Над чертой приведены составы цементно-известковых растворов, под чертой – цементно-глиняных.					
2 Песок принят по ГОСТ 8736 с естественной влажностью 3...7 %.					

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Пример подбора состава строительного раствора и определения расхода материалов на один замес растворосмесителя

Задание. Установить состав строительного раствора марки 75 для надземной кладки из пустотелого кирпича стен зданий с относительной влажностью воздуха помещений до 60 %. Кладка выполняется в летних условиях.

Характеристика материалов: вяжущее – портландцемент марки $R_b=400$ с насыпной плотностью $\rho_{нц} = 1100 \text{ кг/м}^3$; пластифицирующая добавка – известковое тесто плотностью $\rho_{мд} = 1400 \text{ кг/м}^3$; песок природный; объем растворосмесителя $V=500 \text{ л}$.

1 В соответствии с заданием устанавливаем:

- а) наименование раствора – цементно-известковый;
- б) по таблице 4 подвижность растворной смеси 7-8 см.

2 Установление состава строительного раствора и расхода цемента и пластификатора на 1 м^3 песка:

а) расход цемента в соответствии с приложением Б составляет $Q_b=200 \text{ кг}$; минимально допустимый по нормам расход цемента в соответствии с приложением В составляет $Q_b^{\text{min}}=100 \text{ кг}$; расход цемента, принятый для расчета, $Q_b = 200 \text{ кг}$ или по объему:

$$V_b = \frac{Q_b}{\rho_{нц}} = \frac{200}{1100} = 0,182 \text{ м}^3 = 182 \text{ л};$$

б) расход известкового теста подсчитываем по формуле

$$V_d = 0,17 (1 - 0,002 Q_b) = 0,17 (1 - 0,002 \cdot 200) = 0,102 \text{ м}^3 = 102 \text{ л};$$

в) пропорция объемных частей строительного раствора в м^3 :

$$V_b : V_d : 1 = 0,182 : 0,102 : 1;$$

поделив все члены пропорции на V_b , получим искомый состав строительного раствора:

$$\frac{V_b}{V_b} : \frac{V_d}{V_b} : \frac{1}{V_b} = \frac{0,182}{0,182} : \frac{0,102}{0,182} : \frac{1}{0,182} = 1 : 0,56 : 5,5;$$

состав строительного раствора, принятый для дальнейших расчетов:

$$1:0,6:5,5.$$

3 Определение расхода материалов на один замес растворосмесителя:

а) количество составных частей строительного раствора по объему:

$$\text{Ц} + \text{Д} + \text{П} = 1 + 0,6 + 5,5 = 7,1;$$

б) расход цемента

$$V'_B = \frac{V}{\text{Ц} + \text{Д} + \text{П}} \cdot \text{Ц} = \frac{500}{7,1} \cdot 1 = 70,5 \text{ л}$$

или по массе $1,1 \cdot 70,5 = 77,6$ кг;

в) расход пластификатора

$$V'_D = \frac{V}{\text{Ц} + \text{Д} + \text{П}} \cdot \text{Д} = \frac{500}{7,1} \cdot 0,6 = 42,3 \text{ л};$$

г) расход песка

$$V'_П = \frac{V}{\text{Ц} + \text{Д} + \text{П}} \cdot \text{П} = \frac{500}{7,1} \cdot 5,5 = 388 \text{ л}.$$

4 Определение расхода материалов для опытного замеса.

Для опытного замеса растворных смесей с подвижностью до 8 см расчет производится на 2 л песка, а при большей подвижности – на 3л; принимаем 2л.

а) расход цемента

$$\text{Ц}' = \frac{Q_B}{1000} \cdot n = \frac{200}{1000} \cdot 2 = 0,4 \text{ кг} = 400 \text{ г},$$

здесь $n=2$ л – объем песка, принятый для замеса;

б) расход известкового теста:

$$\text{Д}' = \frac{V_D}{1000} \cdot n = \frac{102}{1000} \cdot 2 = 0,204 \text{ л} = 204 \text{ см}^3$$

или по массе $1,4 \cdot 204 = 286$ г;

в) примерный расход воды подсчитываем, принимая водовяжущее отношение равным 0,5 по массе:

$$V' = 0,5(\text{Ц}' + \text{Д}') = 0,5(400 + 286) = 343 \text{ г}.$$

Расход воды на 1 м^3 песка уточняется на опытном замесе и подсчитывается при заданной подвижности растворной смеси.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Строительные материалы: Учебник/ Под общей ред. В.Г.Микульского.– М.: Изд-во АСВ, 2000. – 536 с.
- 2 Рыбьев И.А. Строительное материаловедение. – М.: Высшая школа, 2003. – 701 с.
- 3 Материаловедение в строительстве / И.А.Рыбьев, Е.П.Казеннова, Л.Г.Кузнецова, Т.Е.Тихомирова; под ред. И.А.Рыбьева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.
- 4 Свод правил по проектированию и строительству: СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных. – М., 1999. – 33 с.
- 5 ГОСТ 28013-98 Растворы строительные. Общие технические условия.
- 6 ГОСТ 4.233-86 СПКП. Строительство. Растворы строительные. Номенклатура показателей.
- 7 ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний.
- 8 СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.
- 9 СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 192 с.
- 10 СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М.: Техноратив, 2008. – 31 с.
- 11 ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
- 12 ГОСТ 22266-94. Цементы сульфатостойкие. Технические условия.
- 13 ГОСТ 25328-82 Цемент для строительных растворов. Технические условия.
- 14 ГОСТ 9179-77 Известь строительная. Технические условия.
- 15 ГОСТ 125-79 Вяжущие гипсовые. Технические условия.
- 16 ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
- 17 ГОСТ 24211-2003 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.
- 18 ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

Никулин Виктор Тимофеевич

Строительные растворы. Методические указания для выполнения лабораторной работы студентами всех форм обучения по направлению 270100 – «Строительство».

Подписано в печать _____.

Формат 60×90 1/16. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,36; усл. печ. л 1,88.

Тираж 1000. Заказ № _____.

ГОУ ВПО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». 603950, Н.Новгород, Ильинская ул., 65.

Полиграфический центр ННГАСУ. 603950, Н.Новгород, Ильинская ул., 65.