

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграр-
ный университет имени И. Т. Трубилина»

**Строительные растворы,
расчет состава растворов,
испытания их качества**

Методические указания
для самостоятельной работы
по дисциплине: «Материаловедение и технологии
конструкционных материалов»,
для студентов, обучающихся по направлению
20.03.02 «Природообустройство
и водопользование»

Краснодар
КубГАУ
2019

Составители: И. Н. Шаповалова, Е. Н. Долженко,

Строительные растворы, расчет состава растворов, испытания их качества : метод. указания по выполнению расчета (с примером расчета)/ сост. И. Н. Шаповалова, Е. Н. Долженко.— Краснодар : КубГАУ, 2019. – 28 с.

В методических указаниях дано описание основных видов строительных растворов и их свойств. Приведена методика и последовательность выполнения расчета состава строительного раствора. Представлены виды приборов и инструментов для проведения стандартных испытаний. Представлен пример расчета состава строительного раствора.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование»

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета, протокол № 2 от 22.10.2019.

Председатель
методической комиссии



А. М. Блягоз

- © Шаповалова И. Н.,
Долженко Е. Н.,
Безуглова Е. В.,
составление, 2019
- © ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Грублина», 2019

Содержание

	стр.
1 СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ	5
1.1 Общие положения	5
1.2 Виды строительных растворов	5
2 СВОЙСТВА РАСТВОРНОЙ СМЕСИ	7
2.1 Определение подвижности растворной смеси	7
2.2 Определение плотности растворной смеси	9
2.3 Определение прочности, средней плотности и влажности раствора	11
2.3.1 Изготовление образцов для испытания раствора	11
2.3.2 Определение средней плотности рас- твора	14
2.3.3 Испытание на сжатие образцов раствора	15
2.3.4 Определение влажности раствора	17
2.4 Расслаиваемость растворной смеси	19
2.4.1 Определение расслаиваемости раство- рной смеси	18
2.5 Водоудерживающая способность растворной смеси	20
2.5.1 Определение водоудерживающей спо- собности растворной смеси	21
3 ПОДБОР СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАС- ТВОРА	23
3.1 Данные для расчета сложного раствора	23
3.2 Последовательность расчета	24

3.2.1 Расход цемента в рыхло-насыпном состоянии на 1 м ³ песка	24
3.2.2 Объем цемента на 1 м ³ песка	24
3.2.3 Объем добавки на 1 м ³ песка	24
3.2.4 Расход добавки по массе	24
3.2.5 Состав сложного раствора в частях по объему	24
3.2.6 Ориентировочный расход воды на 1 м ³ песка	25
3.2.7 Расход воды с учетом влажности песка .	25
4 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	27

1 СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

1.1 Общие положения

Строительные растворы применяют для различных видов каменной кладки, монтажа зданий из крупных блоков и камней, внутренних и наружных штукатурок, отделки лицевых поверхностей стеновых панелей и крупных стеновых блоков в заводских условиях, гидроизоляции помещений и других целей.

1.2 Виды строительных растворов

Строительные растворы, предназначенные для скрепления отдельных камней между собой в кладке, называются *кладочными*, а для оштукатуривания ограждающих поверхностей называются *штукатурными*.

Растворы, изготовленные на гидравлических вяжущих (цементы) имеют свойство водостойкости и называются *гидравлическими*.

Растворы на воздушных вяжущих (известь, гипс) обладают стойкостью только в воздушно-сухой среде и называются *воздушными*.

В зависимости от заполнителя в виде песка растворы могут быть *тяжелыми* и *легкими*.

Тяжелые растворы плотностью от 1500 кг/м^3 до 2200 кг/м^3 получают при использовании в качестве заполнителя песка обыкновенного.

Легкие растворы плотностью до 1500 кг/м^3 имеют в своем составе пемзовые, шлаковые и другие пески.

Растворы, приготовленные на одном вяжущем (цемент, известь, гипс) называются *простыми*.

Сложные растворы имеют несколько вяжущих, например: цементно-известковые, цементно-глиняные, известково-гипсовые и другие.

2 СВОЙСТВА РАСТВОРНОЙ СМЕСИ

Строительным раствором называется искусственный материал, полученный в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего вещества, воды, мелкого заполнителя (песка) и при необходимости добавок.

Смесь этих материалов до затвердевания называется *растворной смесью*.

Добавки для растворов могут быть минеральными, поверхностно-активными, химическими и другими.

Для всех видов растворов обязательным является определение подвижности, плотности и прочности на сжатие.

При необходимости дополнительно определяют раслаиваемость и водоудерживающую способность растворной смеси.

2.1 Определение подвижности растворной смеси

Подвижность растворной смеси характеризуется глубиной погружения в сантиметрах эталонного конуса в раствор (рисунок 2.1).

Подвижность растворной смеси зависит от назначения раствора и условий производства работ:

- для кирпичной кладки она составляет 7-10 см;
- для бутовой кладки – 4-6 см;
- в случае вибрирования раствора – 1-3 см;
- для нанесения первого слоя штукатурки – 8-11 см;
- для второго слоя – 6-8 см.

Для кладки из сухих и пористых каменных материалов применяют растворы с бóльшей подвижностью, а для кладки из влажных и плотных материалов – с меньшей.

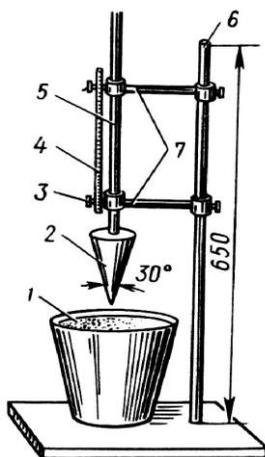


Рисунок 2.1 – Прибор для определения подвижности смеси:

- 1 – сосуд для растворной смеси; 2 – эталонный конус;
3 – зажимной винт; 4 – шкала с делениями; 5 – скользящий стержень; 6 – направляющие; 7 – держатели

Прибор устанавливают на горизонтальной поверхности и проверяют свободу скольжения штанги 5 в направляющих 6.

Сосуд 1 наполняют растворной смесью на 1 см ниже его краев и уплотняют ее путем штыкования стальным стержнем 25 раз и 5-6 кратным легким постукиванием о стол, после чего сосуд ставят на площадку прибора.

Острые конуса 2 приводят в соприкосновение с поверхностью раствора в сосуде, закрепляют штангу конуса стопорным винтом 3 и делают первый отсчет по шкале 4. Затем отпускают стопорный винт.

Конус должен погружаться в растворную смесь свободно.

Второй отсчет 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 отсчетом.

Глубину погружения конуса оценивают по результатам двух испытаний на разных пробах растворной смеси одного замеса как среднее арифметическое значение из них и округляют. Разница в показателях частных испытаний не должна превышать 20 мм. Если разница окажется больше 20 мм, то испытания следует повторить на новой пробе растворной смеси.

2.2 Определение плотности растворной смеси

Плотность растворной смеси характеризуется отношением массы уплотненной растворной смеси к ее объему и выражается в г/см³. При определении плотности используется стальной цилиндрический сосуд емкостью 1000 + 2 мл (рисунок 2.2).

Перед испытанием сосуд предварительно взвешивают с погрешностью до 2 г. Затем наполняют растворной смесью с избытком.

Растворную смесь уплотняют путем штыкования стальным стержнем 25 раз и 5-6 кратным легким постукиванием о стол.

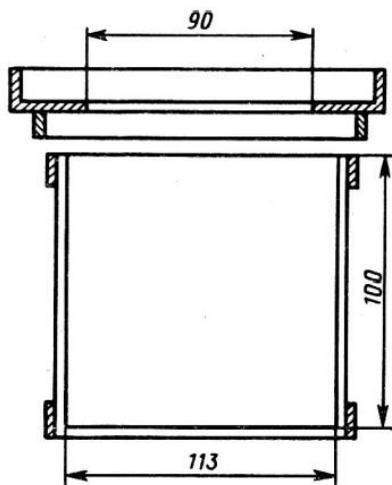


Рисунок 2.2 – Стальной цилиндрический сосуд

После уплотнения избыток растворной смеси срезают стальной линейкой. Поверхность тщательно выравнивают вровень с краями сосуда. Стенки мерного сосуда очищают влажной ветошью от попавшего на них раствора. Затем сосуд с растворной смесью взвешивают с точностью до 2 г.

Плотность растворной смеси ρ , г/см³, вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m - m_1}{1000}, \quad (2.1)$$

где

m – масса мерного сосуда с растворной смесью, г;

m_1 – масса мерного сосуда без смеси, г.

Плотность растворной смеси определяют как среднее арифметическое значение результатов двух определений

плотности смеси из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 5% от меньшего значения.

При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе растворной смеси.

2.3 Определение прочности, средней плотности и влажности раствора

По прочности на сжатие строительные растворы бывают следующих марок: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300.

2.3.1 Изготовление образцов для испытания раствора

Прочность раствора на сжатие должна определяться на образцах-кубах размерами $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм в возрасте, установленном в стандарте или технических условиях на данный вид раствора. На каждый срок испытания изготавливают три образца.

Образцы из растворной смеси подвижностью до 5 см должны изготавливаться в формах с поддоном (рисунок 2.3) с использованием шпателя для уплотнения растворной смеси (рисунок 2.4).

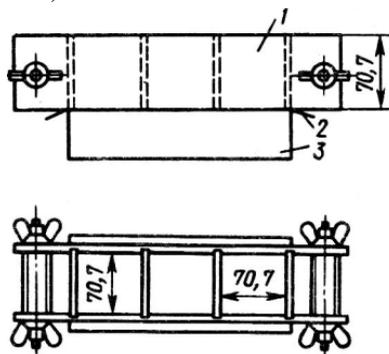


Рисунок 2.3 – Металлическая форма с поддоном

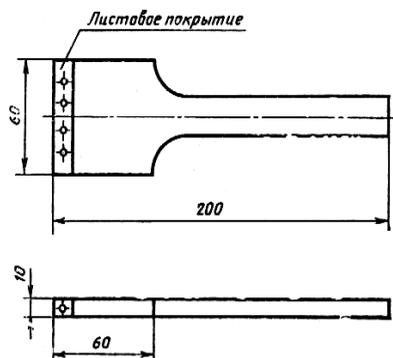


Рисунок 2.4 – Шпатель для уплотнения растворной смеси

Форму заполняют раствором в два слоя. Уплотнение слоев раствора в каждом отделении формы производят 12 нажимами шпателя: 6 нажимов вдоль одной стороны и 6 – 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.

Форму устанавливают на кирпич, покрытый газетной бумагой, смоченной водой, или другой непроклеенной бумагой. Размер бумаги должен быть таким, чтобы она закрывала боковые грани кирпича. Кирпичи перед употреблением должны быть притерты вручную один о другой для устранения резких неровностей. Кирпич применяют глиняный обыкновенный влажностью не более 2% и водопоглощением 10-15% по массе. Кирпичи со следами цемента на гранях повторному использованию не подлежат.

Формы заполняют раствором смеси за один прием с некоторым избытком и уплотняют ее путем штыкования стальным стержнем 25 раз по концентрической окружности от центра к краям.

Формы, заполненные раствором смеси на гидравлических вяжущих, выдерживают до распалубки в камере нормального хранения при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 95-100%, а формы, заполненные раствором смеси на воздушных вяжущих, – в помещении при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(65 \pm 10)\%$.

Образцы освобождают из форм через (24 ± 2) ч после укладки раствора смеси.

Образцы, изготовленные из растворов смесей, приготовленных на шлакопортландцементе, пуццолановых портландцементе с добавками замедлителями схватывания, а также образцы зимней кладки, хранившиеся на открытом воздухе, освобождают из форм через 2-3 сут.

После освобождения из форм образцы должны храниться при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. При этом должны соблюдаться следующие условия: образцы из растворов, приготовленных на гидравлических вяжущих, в течение первых 3 сут должны храниться в камере нормального хранения при относительной влажности воздуха 95-100%, а оставшееся до испытания время – в помещении при относительной влажности воздуха $(65 \pm 10)\%$ (из растворов, твердеющих на воздухе) или в воде (из растворов, твердеющих во влажной среде); образцы из растворов, приготовленных на воздушных вяжущих, должны храниться в помещении при относительной влажности воздуха $(6 \pm 10)\%$.

2.3.2 Определение средней плотности раствора

Плотность раствора определяют испытанием образцов-кубов с ребром 70,7 мм, изготовленных из растворной смеси рабочего состава, либо пластин размером 50 × 50 мм, взятых из швов конструкций. Толщина пластин должна соответствовать толщине шва.

Образцы изготавливают и испытывают сериями. Серия должна состоять из трех образцов.

Плотность раствора определяют испытанием образцов в состоянии естественной влажности или нормированном влажностном состоянии: сухом, воздушно-сухом, нормальном, водонасыщенном.

При определении плотности раствора в состоянии естественной влажности образцы испытывают сразу же после их отбора или хранят в паронепроницаемой упаковке или герметичной таре, объем которой превышает объем уложенных в нее образцов не более чем в 2 раза.

Проведение испытания

Объем образцов вычисляют по их геометрическим размерам. Размеры образцов определяют штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм.

Массу образцов определяют взвешиванием с погрешностью не более 0,1%.

Плотность образца раствора ρ_P вычисляют с погрешностью до 1 кг/м³ по формуле

$$\rho_P = \frac{m}{V} \cdot 1000, \quad (2.2)$$

где

m – масса образца, г;
 V – объем образца, см³.

Плотность раствора серии образцов вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытания всех образцов серии.

Плотность раствора при нормированном влажностном состоянии ρ_{PHB} , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{PHB} = \rho_P \frac{1 + \frac{W_H}{100}}{1 + \frac{W}{100}}, \quad (2.3)$$

где

ρ_P – плотность раствора при влажности W_H , кгс/м³;

W_H – нормированная влажность раствора, %;

W – влажность раствора в момент испытания.

2.3.3 Испытание на сжатие образцов раствора

Перед испытанием на сжатие (для последующего определения плотности) образцы взвешивают с погрешностью до 0,1% и измеряют штангенциркулем с погрешностью до 0,1 мм.

Перед установкой образца на пресс с контактирующих с гранями образца опорных плит пресса тщательно удаляют частицы раствора, оставшиеся от предыдущего испытания.

Образец устанавливают на нижнюю плиту пресса центрально относительно его оси так, чтобы основанием служили грани, соприкасавшиеся со стенками формы при его изготовлении.

Шкалу силоизмерителя испытательной машины или прессы выбирают из условия, что ожидаемое значение разрушающей нагрузки должно быть в интервале 20–80% от максимальной нагрузки, допускаемой выбранной шкалой.

Нагрузка на образец должна возрастать непрерывно с постоянной скоростью ($0,6 \pm 0,4$) МПа [(6 ± 4) кгс/см²] в секунду до его разрушения.

Достигнутое в процессе испытания образца максимальное усилие принимают за величину разрушающей нагрузки.

Предел прочности раствора на сжатие R вычисляют для каждого образца с погрешностью до 0,01 МПа (0,1 кгс/см²) по формуле:

$$R = \frac{P}{A}, \quad (2.4)$$

где

P – разрушающая нагрузка, Н;

A – рабочая площадь сечения образца, см².

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

Предел прочности раствора на сжатие вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний 3-х образцов.

2.3.4 Определение влажности раствора

Влажность раствора определяют испытанием образцов или проб, полученных дроблением образцов после их испытания на прочность или извлеченных из готовых изделий или конструкций.

Наибольшая крупность раздробленных кусков раствора должна быть не более 5 мм.

Образцы проб дробят и взвешивают сразу же после отбора и хранят их в паронепроницаемой упаковке или герметичной таре, объем которой превышает объем уложенных в нее образцов не более чем в два раза.

Подготовленные образцы или пробы взвешивают и высушивают до постоянной массы при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Гипсовые растворы высушивают при температуре $45-55^\circ\text{C}$.

Постоянной считают массу, при которой результаты двух последовательных взвешиваний отличаются не более чем на 0,1%. При этом время между взвешиваниями должно быть не менее 4 ч.

Перед повторным взвешиванием образцы охлаждают в эксикаторе с безводным хлористым кальцием или вместе с сушильным шкафом до комнатной температуры.

Взвешивание производят с погрешностью до 0,1 г.

Влажность раствора по массе W_m в процентах вычисляют с погрешностью до 0,1% по формуле:

$$W_m = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100, \quad (2.5)$$

где

m_B – масса образца раствора до сушки, г;
 m_C – масса образца раствора после сушки, г.

Влажность раствора по объему W_O в процентах вычисляют с погрешностью до 0,1% по формуле

$$W_O = \frac{W_m \cdot \rho_O}{\rho_B}, \quad (2.6)$$

где

ρ_O – плотность сухого раствора;

ρ_B – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³.

Влажность раствора серии образцов определяют как среднее арифметическое результатов определения влажности отдельных образцов раствора.

2.4 Расслаиваемость растворной смеси

При транспортировании растворные смеси с низкой водоудерживающей смеси с низкой водоудерживающей способностью начинают расслаиваться.

Для повышения водоудерживающей способности в растворные смеси вводят пластификаторы: известковое и глиняное тесто и другие.

2.4.1 Определение расслаиваемости растворной смеси

Расслаиваемость растворной смеси, характеризующая ее связность при динамическом воздействии, определяют путем сопоставления содержания массы заполнителя в нижней и верхней частях свежеотформованного образца размерам 150×150×150 мм.

Лабораторная виброплощадка в загруженном состоянии должна обеспечивать вертикальные колебания часто-

той 2900 ± 100 в минуту и амплитудой $(0,5 \pm 0,05)$ мм. Виброплощадка должна иметь устройство, обеспечивающее при вибрировании жесткое крепление формы с раствором к поверхности стола.

Растворную смесь укладывают и уплотняют в форме для контрольных образцов размерами $150 \times 150 \times 150$ мм. После этого уплотненную растворную смесь в форме подвергают вибрационному воздействию на лабораторной виброплощадке в течение 1 мин.

После вибрирования верхний слой раствора высотой $(7,5 \pm 0,5)$ мм из формы отбирают на противень, а нижнюю часть образца выгружают из формы путем опрокидывания на второй противень.

Отобранные пробы растворной смеси взвешивают с погрешностью до 2 г и подвергают мокрому рассеву на сите с отверстиями 0,14 мм.

При мокром рассеве отдельные части пробы, уложенные на сито, промывают струей чистой воды до полного удаления вяжущего. Промывку смеси считают законченной, когда из сита вытекает чистая вода.

Отмытые порции заполнителя переносят на чистый противень, высушивают до постоянной массы при температуре $105-110^\circ\text{C}$ и взвешивают с погрешностью до 2 г.

Содержание заполнителя в верхней (нижней) частях уплотненной растворной смеси V в процентах определяют по формуле:

$$V = \frac{m_1}{m_2}, \quad (2.7)$$

где

m_1 – масса отмытого высушенного заполнителя из верхней (нижней) части образца, г;

m_2 – масса растворной смеси, отобранной пробы из верхней (нижней) части образца, г.

Показатель расслаиваемости растворной смеси P_{PAC} в процентах определяют по формуле:

$$P_{PAC} = \frac{\Delta V}{\Sigma V} \cdot 100 \quad (2.7)$$

где

ΔV – абсолютная величина разности между содержанием заполнителя в верхней и нижней частях образца, %;

ΣV – суммарное содержание заполнителя верхней и нижней частей образца, %.

Показатель расслоения для каждой пробы растворной смеси определяют дважды и вычисляют с округлением до 1% как среднее арифметическое значение результатов двух определений, отличающихся между собой не более чем на 20% от меньшего значения. При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе растворной смеси.

2.5 Водоудерживающая способность растворной смеси

Водоудерживающая способность раствора имеет важное значение при нанесении его на пористое основание камней, которые впитывая влагу, обезвоживают раствор и этим влияют на процесс твердения.

2.5.1 Определение водоудерживающей способности растворной смеси

Водоудерживающую способность определяют путем испытания слоя растворной смеси толщиной 12 мм, уложенного на промокательную бумагу.

Водоудерживающую способность растворной смеси определяют с помощью прибора (рисунок 2.5).

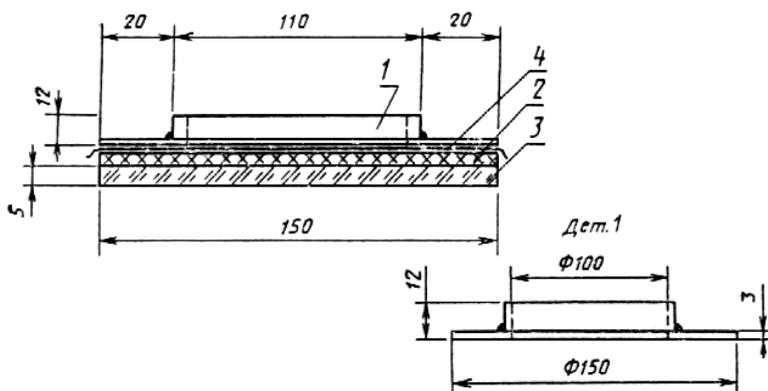


Рисунок 2.5 – Схема прибора для определения водоудерживающей способности растворной смеси

1 – металлическое кольцо с раствором; 2 – 10 слоев промокательной бумаги; 3 – стеклянная пластина; 4 – слой марлевой ткани

Перед испытанием 10 листов промокательной бумаги взвешивают с погрешностью до 0,1 г, укладывают на стеклянную пластинку, сверху укладывают прокладку из марлевой ткани, устанавливают металлическое кольцо и еще раз взвешивают.

Тщательно перемешанную растворную смесь укладывают вровень с краями металлического кольца, выравнивают, взвешивают и оставляют на 10 мин.

Металлическое кольцо с раствором осторожно снимают вместе с марлей.

Промокательную бумагу взвешивают с погрешностью до 0,1 г.

Водоудерживающую способность растворной смеси определяют выраженным в процентах содержанием воды в пробе до и после эксперимента по формуле:

$$V = \left(100 - \frac{m_2 - m_1}{m_4 - m_3} \cdot 100 \right), \quad (2.8)$$

где

m_1 – масса промокательной бумаги до испытаний, г;

m_2 – масса промокательной бумаги после испытания, г;

m_3 – масса установки без растворной смеси, г;

m_4 – масса установки с растворной смесью, г.

Водоудерживающую способность растворной смеси определяют дважды для каждой пробы растворной смеси и вычисляют как среднее арифметическое значение результатов двух определений, отличающихся между собой не более чем на 20% от меньшего значения.

3 ПОДБОР СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА

Подбор состава сложного строительного раствора состоит в установлении рационального соотношения между компонентами: цементом, песком, водой и добавками (известью или глиной).

Состав раствора марки «25» и выше подбирают по способу профессора Н. А. Попова. Для этого учитывают заданную марку раствора, активность цемента и подвижность растворной смеси.

Сначала рассчитывают ориентировочный состав раствора, а расход воды уточняют пробными замесами с последующими испытаниями подвижности растворной смеси.

3.1 Данные для расчета сложного раствора

Заданная марка раствора R_p (МПа).

Подвижность растворной смеси h_k (см).

Активность цемента R_u (МПа).

Насыпная плотность цемента $\rho_{н.ц}$ (кг/м³).

Насыпная плотность песка $\rho_{н.п}$ (кг/м³).

Вид минеральной добавки:

- известковое тесто плотностью:

$$\rho^{из.т} = 1400 \text{ кг/м}^3;$$

- тесто из пластичной глины:

$$\rho^{пл.гл} = 1350 \text{ кг/м}^3 \text{ (с содержанием песка до 5\%);}$$

- тесто из глины средней пластичности:

$$\rho^{ср.пл.гл} = 1450 \text{ кг/м}^3 \text{ (с содержанием песка до 15\%).}$$

3.2 Последовательность расчета

3.2.1 Расход цемента в рыхло-насыпном состоянии на 1 м^3 песка, необходимое для получения раствора заданной марки (в кг)

$$Q_u = \frac{R_p \cdot 1000}{kR_u}, \quad (3.1)$$

где

R_p – заданная марка раствора, МПа (кгс/см^2);

R_u – активность цемента, МПа (кгс/см^2);

k – коэффициент, зависящий от вида цемента:

$k = 1$ для портландцемента;

$k = 0,88$ для пуццолановых и шлакопортландцементов.

3.2.2 Объем цемента на 1 м^3 песка (в м^3)

$$V_u = Q_u / \rho_{н.ц}, \quad (3.2)$$

3.2.3 Объем добавки (известкового или глиняного теста) на 1 м^3 песка (в м^3) определяют по эмпирической формуле:

$$V_d = 0,17(1 - 0,002Q_u) (\text{м}^3) \quad (3.3)$$

3.2.4 Расход добавки по массе (кг)

$$Q_d = V_d \cdot \rho_d (\text{кг}) \quad (3.4)$$

3.2.5 Состав сложного раствора в частях по объему определяют путем деления расхода каждого компонента растворной смеси на расход цемента, расход песка по объему принят за 1 м^3

$$Ц : Д : П; \quad V_{П} = 1 \text{ м}^3,$$

$$\frac{V_u}{V_u} : \frac{V_d}{V_u} : \frac{1}{V_u} = 1 : \frac{V_d}{V_u} : \frac{1}{V_u}. \quad (3.5)$$

3.2.6 Ориентировочный расход воды на 1 м³ песка для получения растворной смеси заданной подвижности

$$B = 0,5(Q_u + Q_d), \text{ (кг; л)}. \quad (3.6)$$

3.2.7 Расход воды с учетом влажности песка W_m^n (%) уменьшается:

$$B_1 = B - (W_m^n \cdot Q_n / 100), \text{ (кг; л)}, \quad (3.7)$$

где

B_1 – количество воды с учетом влажности песка,

$Q_n = 1 \text{ м}^3 \cdot \rho_{н.п.}$ (кг) – масса 1 м³ песка.

4 ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА

(исходные данные взять из опыта)

Требуется подобрать состав сложного строительного раствора марки $R_p = 75$, при следующих данных:

- подвижность растворной смеси 9-10 см;
- активность используемого шлакопортландцемента $R_u = 320 \text{ кгс/см}^2$;
- насыпная плотность цемента $\rho_{н.ц} = 1100 \text{ кгс/м}^3$;
- песок средней крупности $M_k = 1,5$;
- минеральная добавка – известковое тесто плотностью $\rho_d = 1400 \text{ кгс/м}^3$.

Используем эмпирические формулы:

1. Расход цемента или масса цемента на 1 м³ песка:

$$Q_u = \frac{R_p \cdot 1000}{0,88 \cdot R_u} =$$

$$= \frac{75(\text{марка}) \cdot 1000}{0,88 \cdot 320} = 282 \text{ кг.}$$

Объем цемента:

$$V_u = Q_u(m_u) / \rho_{н.ц} =$$

$$= 282 / 1100 = 0,255 \text{ м}^3.$$

2. Расход известкового теста на 1 м³ песка:

$$Q_o = V_o \cdot \rho_o =$$

$$= 0,063 \cdot 1400 = 88 \text{ кг.}$$

Объем добавки (известкового теста):

$$V_o = 0,17(1 - 0,002 \cdot Q_u(m_u)) =$$

$$= 0,17(1 - 0,002 \cdot 282) = 0,057 \text{ м}^3.$$

3. Состав сложного раствора в частях по объему устанавливаются путем деления каждого компонента раствора на расход цемента по объему:

$$\frac{V_u}{V_u} : \frac{V_o(\text{известк. тесто})}{V_u} : \frac{1(\text{м}^3 \text{ песка})}{V_u} =$$

$$= \frac{0,255}{0,255} : \frac{0,057}{0,255} : \frac{1}{0,255} =$$

$$= 1 : 0,2 : 3,9.$$

4. Ориентировочный расход воды на 1 м³ песка:

$$B = 0,5(Q_u(\text{масса}) + Q_o(\text{известк. тесто}) \cdot K_{изв.м.}) =$$

$$= 0,5(282 + 88 \cdot 1,4) = 202 \text{ кг.}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. Официальное издание М.: Стандартинформ, 2018.
- 2 ГОСТ СП-82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных. Госстрой России, ГУП ЦПП 1999.
- 3 Горчаков Г. И., Баженов Ю. М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986.
- 4 Домокеев А. Г. Строительные материалы. М.: Высш. школа, 1989.
- 5 Микульский В. Г., Горчаков Г. И. и др. Строительные материалы. М.: изд. АСВ, 1996.
- 6 Попов К. Н. Оценка качества строительных материалов. М., АСВБ, 2001.
- 7 Рыбьев И. А. Строительные материалы. М.: Высшая школа, 2003.
- 8 Попов К. Н. Строительные материалы и изделия. М.: Высшая школа, 2002.
- 9 Воробьев В. А., Комар А. Г. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1971.
- 10 Коровников Б. Д. Строительные материалы. М.: Высшая школа, 1974.
- 11 Хигерович М. И. и др. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1970.

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ,
РАСЧЕТ СОСТАВА РАСТВОРОВ,
ИСПЫТАНИЯ ИХ КАЧЕСТВА**

*Методические указания
к выполнению подбора и расчета*

Составители:
Шаповалова Ирина Николаевна
Долженко Екатерина Николаевна

Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.

Типография Кубанского государственного
аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13