Лекция. Сухие строительные смеси

Введение

Сухие строительные смеси находят все большее применение в строительстве для монтажных и отделочных работ, для санирования и ремонта зданий, благодаря ряду преимуществ по сравнению с применением товарных растворных и бетонных смесей. Использование товарных растворов централизованного приготовления для выполнения кладочных и штукатурных работ с переработкой их на объекте в штукатурных станциях или с помощью другой техники имеет ряд недостатков. Так, имеют место:

- повышенный расход цемента или другого вяжущего на 10... 15 % из-за неудовлетворительного качества инертных заполнителей;
- отсутствие возможности порционной подачи растворов потребителю;
- разрыв технологического процесса производства работ по времени из-за вынужденных простоев бригад рабочих в результате сбоев графиков поставки растворных или бетонных смесей на строительные объекты;
- ухудшение технологических свойств товарных смесей ввиду отсутствия полной гарантии их нерасслаиваемости в процессе транспортирования и трудностей, связанных с необходимостью изготовления многокомпонентных составов и точной дозировки, в этом случае, малых количеств различных добавок.

Кроме того, становится неэффективной эксплуатация крупных заводов по производству товарных бетонных и растворных смесей вследствие повышения транспортных расходов из-за большого радиуса обслуживания.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЯХ

Сухие строительные смеси - это мелкозернистые тщательно перемешанные композиции сухих компонентов рационального состава, в которые входят минеральные вяжущие, фракционированные заполнители строго определенного качества, тонкоизмельченные минеральные наполнители, химические и полимерные добавки. Для получения рабочей растворной смеси сухую смесь затворяют соответствующим количеством воды и тщательно перемешивают.

Качество сухих строительных смесей (ССС) для большинства растворов должны соответствовать требованиям ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия» и СП 82-101-98 «Приготовление и применение растворов строительных».

С января 2009 г. введены в действие несколько стандартов на сухие строительные смеси:

ГОСТ 31357-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия.

ГОСТ 31356-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний.

ГОСТ 31358-2007. Смеси сухие строительные напольные на цементном вяжущем. Технические условия.

Растворы с высоким расходом вяжущего называются жирными (обычно составы 1:1...1:3), с невысоким - тощими (составы 1:4... 1:6 и т.д.). Для улучшения структуры в тощие составы вводят тонкодисперсные наполнители или применяют смешанные вяжущие, состоящие из цемента и минеральных наполнителей или тонкодисперсных вяжущих (например, цемент + зола; цемент + известь и др.). Тонкодисперсные наполнители содержат зерна размером менее 10 мкм (известь, микрокремнезем и др.), дополняющие гранулометрию цемента (размеры зерен цемента находятся в пределах 1...100 мкм), улучшают структуру вяжущего и твердой фазы раствора. Тонко дисперсные наполнители с большим размером частиц (приблизительно равными размерам частиц цемента) разбавляют цемент, понижают его прочность, но, увеличивая содержание тонких зерен в растворе, улучшают его структуру и повышают плотность.

Содержание тонкодисперсных наполнителей, или дополнительных тонкодисперсных вяжущих назначается таким образом, чтобы сумма объемов тонких частиц твердой фазы «цемент + тонкодисперсные минеральные компоненты + тонкие фракции песка (менее 0,14 мм)» составляла приблизительно 25...35% объема песка, т.е. соотношение «(вяжущее + тонкодисперсный минеральный компонент): песок» приближалось к оптимальным значениям 1 : 2,5... 1:4, а структура растворной смеси соответствовала типу II, когда пустотность песка полностью заполнена тестом из вяжущего и тонкодисперсного наполнителя.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

В соответствии с ГОСТ 31189 сухие строительные смеси классифицируют по следующим признакам:

- основному назначению;
- применяемому вяжущему;
- наибольшей крупности заполнителей.

В зависимости от назначения сухие строительные смеси бывают:

- выравнивающие (самонивелирующиеся - для устройства стяжек оснований и полов) (исходя из способа нанесения этот вид смесей разделяют на шпаклёвочные и штукатурные);
- облицовочные (шовные и клеевые);
- напольные (по способу нанесения делятся на несущие и выравнивающие, по технологии устройства – на уплотняемые, самоуплотняющиеся, а также затирочные);
- ремонтные (данные смеси бывают инъекционные и затирочные);

- защитные - штукатурные (санирующие – для ремонта бетонных и железобетонных конструкций в местах повышенной солевой агрессии; водоотталкивающие – для применения в местах повышенной влажности; ингибирующие, огнезащитные, биоцидные, коррозионно-защитные, радиационно-защитные, морозозащитные);
- клеевые (для укладки облицовочной плитки, приклеивания теплоизоляционных материалов и армирующих сеток в легких штукатурных теплоизоляционных системах);
- затирочные (для затирки швов между облицовочными плитками);
- монтажные (для монтажа крупноразмерных изделий);
- кладочные (для кладки кирпича, камней, ячеистобетонных блоков);
- декоративные (для внутренней и наружно отделки зданий);
- теплоизоляционные (для устройства слоев теплоизоляции в ограждающих конструкциях);

- гидроизоляционные (делятся на поверхностные и проникающие, последние могут быть инъекционные и капиллярные) (для устройства гидроизоляции цоколей, подвалов, фундаментов, бассейнов и т.п.);
- грунтовочные (для улучшения сцепления слоев, наносимых на основания) .

Согласно применяемому вяжущему, сухие строительные смеси можно разделить на:

- гипсовые;
- цементные;
- полимерные;
- известковые;
- сложные.

Исходя из наибольшей крупности зёрен, выделяют смеси:

- растворные;
- бетонные;
- дисперсные.

2.1. Смеси для монтажных работ

Смеси сухие монтажные предназначены для выполнения монтажных работ при установке строительных конструкций и изделий, омоноличивания стыков между ними, крепления анкеров и др.

В зависимости от вида монтажных работ сухие смеси подразделяются на два типа: смеси для производства каменных работ и для кладочных растворов, смеси для заделки (замоноличивания) стыков.

Для каменных работ, выполняемых из штучных материалов (камней, кирпича, мелких блоков и т. п.), используют кладочные растворные смеси, изготовляемые из различных минеральных вяжущих, строительного песка и добавок.

Для заделки (замоноличивания) стыков применяют мелкозернистые бетонные смеси, а также бетонные смеси на плотных и пористых заполнителях.

Выбор вида вяжущего для монтажных растворов

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-шлаковые вяжущие
3. Для фундаментов при агрессивных сульфатных водах	Сульфатостойкие портландцементы, пуццолановый портландцемент

Рекомендуемые виды и марки растворов для каменной кладки

Влажностный режим эксплуатации	Рекомендуемый вид раствора	Минимальные марки растворов в зависимости от степени долго	Минимальные марки растворов в зависимости от степени долго	Минимальные марки растворов в зависимости от степени долго
		I	II	III
Для кладки наружных стен				
Сухой (относительная влажность до 60%)	Цементно-известковый Цементно-глиняный Известковый	10 10 -	10 10 4	4 5 4
Влажный (относительная влажность 61…75%)	Цементно-известковый Цементно-глиняный	25 25	25 25	10 25
Мокрый (относительная влажность более 75%)	Цементно-известковый Цементно-глиняный	50 50	25 50	10 25
Для подземной кладки и кладки цоколей ниже гидроизоляционного слоя				

Рекомендуемые виды и марки растворов для каменной кладки

Влажностный режим эксплуатации	Рекомендуемый вид раствора	Минимальные марки растворов в зависимости от степени долго	Минимальные марки растворов в зависимости от степени долго	Минимальные марки растворов в зависимости от степени долго
		I	II	III
Для подземной кладки и кладки цоколей ниже гидроизоляционного слоя				
Грунт маловлажный (при заполнении водой до 50% объема пор)	Цементно-известковый Цементно-глиняный Известковый	25 25 -	10 10 -	10 10 4
Грунт очень влажный (при заполнении водой 50…80%)	Цементно-известковый Цементно-глиняный	50 50	25 25	10 10
Грунт, насыщенный водой (степень насыщения более 80% всего объема пор)	Цементный	50	50	25

2.2. Смеси для штукатурных работ

Смеси сухие штукатурные предназначены для выравнивания стен и потолков, придания декоративных свойств (при необходимости).

Штукатурные растворы получают затворением водой сухих штукатурных смесей. Они бывают легкие (средняя плотность менее 1500 кг/м^3) и тяжелые (средняя плотность более 1500 кг/м^3).

Растворы, приготовленные на одном вяжущем, называют простыми (цементные, известковые, гипсовые), а на нескольких вяжущих - сложными (цементно-известковые, цементно-глиняные, цементно-известково-гипсовые и др.). Вид вяжущего для штукатурных смесей выбирают в зависимости от вида оштукатуриваемой поверхности.

Выбор вида вяжущего в зависимости от вида оштукатуриваемой поверхности

Вид оштукатуриваемой поверхности	Вид вяжущего для раствора
Наружная поверхность бетонная или кирпичная, подвергающаяся систематическому увлажнению, а также внутренняя поверхность бетонная или кирпичная в помещениях с относительной влажностью воздуха свыше 60%	Портландцемент, пластифицированный и гидрофобный портландцементы, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, цемент для растворов, известково-шлаковое вяжущее
Внутренняя поверхность (стены, перегородки, перекрытия) в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60%: каменных и бетонных, деревянных и гипсовых	Портландцемент марки 400 Известь с добавками гипсового вяжущего Водостойкие гипсовые вяжущие Смесь извести и гипсового вяжущего, водостойкие гипсовые вяжущие, гипсовое вяжущее
Наружная поверхность, не подвергающаяся систематическому увлажнению: каменных, кирпичных и бетонных, деревянных и гипсовых	Портландцемент марки 400, известь, известь с добавкой гипсового вяжущего Смесь извести и гипса, водостойкие гипсовые вяжущие

В зависимости от содержания вяжущего растворы делятся на тощие, если вяжущего мало, и жирные, если вяжущего много.

Жирные растворы дают большую усадку, что далеко недопустимо. Тощие растворы отличаются малой усадкой.

Штукатурные растворы также различаются по назначению:

- растворы для обрызга, применяемые в помещениях с нормальным влажностным режимом, а также для наружных и внутренних штукатурок, подверженных воздействию влаги. При этом подвижность раствора, измеренная стандартным конусом, должна быть при механизированном нанесении 80...100 мм, при ручном - 110...130 мм.
- растворы для первого и второго фунта, применяемые в помещениях с нормальным температурно-влажностным режимом и для наружных и внутренних поверхностей, подверженных воздействию влаги. Подвижность раствора должна составлять при механическом нанесении 60:..80 мм. При ручном - 70...80 мм.
- растворы для накрывочного слоя. Подвижность растворов, содержащих гипсовое вяжущее, должна составлять 90... 120 мм, без него - 70...80 мм.

Цементные растворы применяют при отделке наружных стен и помещений с повышенной влажностью. Жилые помещения с нормальной влажностью штукатурят сложными растворами.

Кроме вяжущих и фракционированного песка (наиболее распространенные фракции 0-0,5, 0,5-1,2 и 1,2-3,0 мм), сухие строительные смеси для штукатурных работ могут содержать многофункциональные добавки, включающие эфиры целлюлозы, ПАВ, стабилизаторы и ингибиторы, вещества, повышающие прочность сцепления с основаниями.

Составы растворов для наружной штукатурки стен, цоколей, карнизов и других элементов, подвергающихся систематическому увлажнению, а также для внутренней штукатурки в помещениях с относительной влажностью воздуха выше 60 % приведены в табл.

Ориентировочные составы штукатурных растворов для влажных условий эксплуатации

Вид оштукатуриваемой поверхности	Наносимый слой штукатурки	Состав раствора по объему (цемент; песок)
Каменные и бетонные	Обрызг Грунт Отделочный	От 1:2 до 1:3 От 1:1,5 до 1:2,5 От 1:1 до 1:1,5

Составы растворов для наружной штукатурки стен, не подверженных систематическому увлажнению, а также для внутренней штукатурки в помещениях с относительной влажностью воздуха до 60 % приведены в табл.

Ориентировочные составы штукатурных растворов для нормальных условий эксплуатации

Вид оштукатуриваемой поверхности	Наносимый слой штукатурки	Состав раствора по объему (цемент; песок)
Каменные и бетонные	Обрызг и грунт Отделочный	От 1:2 до 1:3 От 1:1 до 1:1,5

2.3. Шпаклевочные смеси

Смеси сухие шпаклевочные предназначены для выравнивания различных поверхностей стен и потолков с последующим шлифованием, окрашиванием, оклейкой обоями или другой отделкой. Эти смеси могут изготовляться на основе различных минеральных вяжущих и (или) органических связующих и в своем составе содержат порошкообразные наполнители, пигменты, а иногда и мелкозернистый песок. В табл. приведены некоторые составы шпаклевок, применяемых в строительстве (в виде сухих смесей и приготовляемых на месте).

В строительстве используют шпаклевки белого, желтоватого или светлосерого цвета. Консистенция шпаклевки должна составлять 7...8 см по стандартному конусу СтройЦНИЛ. Продолжительность высыхания слоя шпаклевки толщиной до 1,5 мм при температуре 18 °С и относительной влажности воздуха 60 % должна быть не более 24 ч.

Виды шпаклевок разнообразны, и их выбирают в зависимости от покрасочного состава или видов обоев. Так, например, под масляные, воднодисперсионные краски, обои, синтетические эмали используют масляноклеевые шпаклевки, шпаклевки на основе латекса, олифы, гипсоклеевые и казеиновые шпаклевки.

Составы некоторых видов шпаклевок

Наименование шпаклевки	Составляющие компоненты и примерное соотношение (без учета воды), в массовых долях	Область применения
Гипсоклеевая	Гипсовое вяжущее, молотый мел, мелкий песок, клей КМЦ, мыльный порошок (1 : 0,5 : 0,25 : 0,1 : 0,1)	Поверхности для окраски минеральными красками и оклейку обоями
Известково-клеевая	Известковое тесто (известь-пушонка), гипсовое вяжущее (1,5:1)	Поверхность под известковую окраску или оклейку обоями
Гипсовая	Гипсовое вяжущее, редиспергируемый порошок (на основе латекса), эфир целлюлозы (метилцеллюлоза), замедлитель схватывания (напр., винная кислота - количество определяется опытным путем) (98,5...99 : 1 : 0,3...0,7)	Поверхность под окраску или оклейку обоями
Полимерклеевая	Дисперсия поливинилацетатная, клей КМЦ, мыло хозяйственное, мел молотый (0,6... 0.8: 0,1 : 0,1 :6...6.4)	Поверхности для окраски или оклейку обоями
Козеиновая	Краска казеиновая белая. Мел молотый, мыло жидкое, олифа (10:6 : 0,2...0,3 : 0,5)	Поверхности под казеиновую окраску или оклейку обоями

2.4. Смеси декоративные для отделки фасадов и интерьеров

Смеси сухие декоративные предназначены для окончательной отделки поверхности конструкций и придания ей определенной цветовой гаммы, рельефной фактуры. К этому виду смесей относятся составы для декоративной штукатурки поверхностей. В большинстве случаев применяют цветные штукатурки, выполняемые из растворов, приготовленных с применением пигментов и наполнителей разной крупности. Отделка цветным раствором позволяет разнообразить цветовое решение фасадов, имитировать более дорогие виды отделки, например, облицовку природным камнем.

Различают следующие основные виды цветных декоративных штукатурок: известково-песчаные, терразитовые, каменные и сграффито.

Известково-песчаные растворы относятся к наиболее экономичным материалам для цветного оштукатуривания. Эти растворы состоят из извести с добавкой 10...20 % цемента или без него, кварцевого или мраморного песка, а также соответствующего пигмента. Штукатурки из таких растворов имитируют осадочные породы: песчаник, травертин и др.

Растворы для терразитовых штукатурок применяют в основном для отделки бетонных или оштукатуренных поверхностей фасадов. Их получают из специально приготовленных сухих смесей, включающих гидратную известь, цемент, заполнитель в виде кварцевого песка, мраморной крошки, слюды, а также необходимые пигменты.

Различают терразитовые растворы трех марок: К, С и М, соответственно 1 используемых для оштукатуривания цоколя, стен, и для вытягивания тяг. Составы этих типов терразитовых растворов отличаются наибольшим размером зерен заполнителя: для смеси К песок или крошка должны иметь размер до 4...6 мм, слюда – 4...5 мм; для смеси С – песок или крошка – 2…4 мм, слюда – 1…2 мм, для смеси М - песок или крошка 1…2 мм, слюда -2 мм.

Выбор вяжущих для приготовления декоративных растворов

Вид отделываемых поверхностей	Вяжущие для растворов и составов
Лицевые поверхности панелей из тяжелых и легких бетонов	Портландцемента цветные
Лицевые поверхности панелей и блоков из силикатного бетона	Известь, портландцемента цветные, полимерцементы, цементно-коллоидный клей (КЦК)
Фасады зданий из панелей и блоков, фасады зданий кирпичные	Известь, портландцемента цветные
Интерьеры в панельных и блочных зданиях	Гипсополимерцемент (ГПЦП), клей цементно-коллоидный (КЦК), цементоперхлорвинил (ЦПХВ), ГЦПВ, КГВ
Интерьеры в кирпичных зданиях	Известь, гипсовое вяжущее, ГЦПВ, КГВ, гипсополимерцемент (ГПЦП), цементоперхлорвинил (ЦПХВ)

Составы смесей для цветных штукатурок

Наименование компонентов	Состав растворов цветных известково-песчаный штукатурок при цвете штукатурки, % по массе							
	белый	серый	терра-кото-вый	зеле-ный	светло-зеле-ный	желтый	желтый насыщен-ный	кремо-вый
Известь(тесто)	10	20	15	15	22	10	20	12
Портландцемент М400 белый	7	-	-	-	2	-	6	-
Портландцемент М400	-	5	10	15	-	20	-	8
Песок кварцевый	-	74	-	-	74	-	-	-
Песок кварцевый белый	-	-	58	-	-	-	68	-
Песок горный желтый	-	-	-	-	-	15	-	-
Песок белого известняка	-	-	-	-	-	-	-	60
Песок мраморный	70	-	-	-	-	40	-	-
Мука мраморная	13	-	-	-	-	10	-	-
Молотый кирпичный щебень	-	-	15	-	-	-	-	-
Крошка мраморная 0,5-2	-	-	-	60	-	-	-	-
Перекись марганца	-	1	-	-	-	-	-	-
Сурик железный	-	-	2	-	-	-	-	-
Пигмент зеленый	-	-	-	5	-	-	-	-
Окись хрома	-	-	-	5	2	-	-	-
Охра	-	-	-	-	-	4,5	6	2
Мумия	-	-	-	-	-	0,5	-	-

Составы терразитовых сухих смесей

Наименование компонентов	Состав терразитовых сухих смесей в объемных частях при цвете смеси							
	белый	серый	терра-кото-вый	крас ный	Корич-невый	кремо-вый	желтый	зеленый
Портландцемент М300	0,75	1	2,5	1	1	1	0,75	0,75
Известь-пушонка	3	3	0,5	3	3	3	2	2
Мука мраморная белая	2	2	-	-	3	3	2	2
Крошка мраморная белая	8	3,5	3	3	0,5	8	-	3
Крошка мраморная желтая	-	-	-	-	-	-	4	-
Слюда	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5
Песок кварцевый белый	-	3,5	5	5	5	-	4	5
Сажа (к массе цемента)	-	0,2	0,3	-	-	-	-	-
Сурик железный к массе сухой смеси, %	-	-	-	2,5	-	-	-	-
Умбра жженая	-	-	-	-	0,1	-	-	-
Охра	-	-	-	-	-	0,5	2	-
Окись хрома	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: 1. Содержание пигментов дано в % по массе сухой смеси, содержащие сажи – в % по массе цемента. 2. размер зерен наполнителя – 2-4 мм.

3. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СУХИХ РАСТВОРНЫХ СМЕСЕЙ И МЕТОДЫ ИХ ИСПЫТАНИЯ

3.1. Основные свойства сухих строительных смесей

Главными свойствами растворных смесей, затворенных водой, в пластичном состоянии являются: подвижность, водоудерживающая способность, расслаиваемость, водоотделение растворной смеси; затвердевшего раствора - морозостойкость, прочность на сжатие и изгиб, прочность сцепления с основанием, водонепроницаемость и др. в зависимости от назначения смеси. Для сухой смеси определяют зерновой состав смеси или наибольшую крупность зерен песка, среднюю насыпную плотность, влажность. Оценка свойств сухих строительных смесей производится по ГОСТ 31356-2007 и нормативным до-кументам на соответствующие растворные или бетонные смеси или минеральные клеи.

Подвижность растворной или шпаклевочной смеси (после тщательного перемешивания сухой смеси с водой, взятой в рекомендуемом изготовителем количестве) определяют по глубине погружения стандартного конуса в см. (h, см) металлического стандартного конуса массой 300 г, диаметром основания 75 мм, высотой 145 мм. Величину подвижности выбирают с учетом назначения раствора и способа производства работ (ручной или механизированный). В зависимости от подвижности растворные смеси подразделяют на 4 марки: $П_к$ 4 (норма подвижности менее 4 см), $П_к$ 8 (норма подвижности свыше 4 до 8 см вкл.), $П_к$ 12 (норма подвижности свыше 8 до 12 см вкл.), $П_к$ 14 (норма подвижности свыше 12 до 14 см включительно).

Подвижность штукатурных растворов в зависимости от назначения

Наличие раствора	Подвижность раствора по погружению конуса, см
Обрызг и накрывка для кирпичных и каменных стен	10…12 ($П_к$ 12)
То же для деревянных стен и потолков	9…10
Второй слой (грунт) штукатурки при нанесении вручную	7…8 ($П_к$ 8)
Нанесение раствора механизированным путем	9…10 ($П_к$ 12)

Водоудерживающая способность отражает свойство растворной смеси удерживать в своем составе достаточное для нормального твердения вяжущего количество воды в условиях интенсивного ее отсоса пористым основанием. Знание этого свойства позволяет избежать расслаиваемости свежеприготовленной растворной смеси и получения слабопрочных растворов при их применении в строительстве. Расслаиваемость растворной смеси должна быть не более 10 %.

Водоудерживающая способность должна быть не менее 95 % в летний период и 90 % в зимний период. При определении этого показателя на стройплощадке его значение должно быть не менее 75 % от показателя водоудерживающей способности, установленной в испытательной лаборатории. Растворы с недостаточной водоудерживающей способностью, как правило, склонны к расслоению (расслаиваемости).

Водоудерживающая способность предохраняет раствор от расслоения на составные части при транспортировании и от потери слишком большого количества воды при укладке на пористые основания (кирпич, шлакоблоки и т.п.).

При этом раствор с недостаточной водоудерживающей способностью будет «садиться», т.е. очень быстро делаться жестким. Такая потеря удобоукладываемости затрудняет работу, понижает производительность труда каменщиков и уменьшает прочность кладки на 10...25%. Отсасывание воды пористым основанием может привести к такому «обезвоживанию» и усадке раствора, что он не будет иметь достаточного сцепления с основанием.

Хорошо погашенная известь может удерживать в строительном растворе около 200% воды. Поэтому известковый раствор оказывается гораздо более удобоукладываемым, чем цементный.

В большинстве случаев от растворов требуется невысокая прочность от 0,04 до 10 МПа, а чаще всего 1 ... 2,5 МПа. Для получения раствора такой прочности достаточно сравнительно небольшого количества цемента. Например, раствор, имеющий прочность на сжатие 2,5 МПа, можно получить, вводя на 1 $м^3$ песка лишь около 100 кг цемента марки 300. Однако при таком небольшом количестве цемента раствор будет неудобоукладываемым и легко расслаивающимся. Для получения нужной удобоукладываемости необходимо было бы израсходовать цемента примерно в четыре - пять раз больше, что экономически нецелесообразно. Поэтому в растворы обычно вводят, кроме цемента, специальные добавки - пластификаторы, придающие смесям надлежащую удобоукладываемость.

Эти добавки бывают двух видов:

а) неорганические дисперсные (тонкомолотые) добавки, способные хорошо удерживать воду и дающие с ней пластичное тесто (например, глины, известь, золы, молотые шлаки, диатомиты, молотые известняки и т.п.);

б) поверхностно-активные пластифицирующие и воздухововлекающие добавки, позволяющие получать удобоукладываемый раствор при значительно меньшем количестве воды.

Прочность. По прочности на сжатие растворы делятся на следующие марки: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300.

Марку раствора по прочности определяют по результатам испытаний образцов-кубов размером 70,7х70,7х70,7 мм на сжатие в кгс/см^2 в возрасте 28 сут, если не установлен другой возраст в технических условиях или стандарте на конкретную смесь.

Средние значения прочности растворов на сжатие цементных и смешанных в различные сроки (до 90 суток) в % их прочности в возрасте 28 суток при температуре твердения 20 ± 3 °С приведены в таблице.

Средние значения прочности в различные сроки

Возраст, сут.	3	7	14	28	60	90
Прочность, %	33	55	80	100	120	130

Прочность растворов слитного строения в возрасте 28 суток при отсутствии или незначительном содержании воздушных пор, как и для бетона, можно определить по формуле (в пределах изменения Ц к В = 1 ... 2,5):

$$R_P = AR_ц\ (Ц/В - 0{,}3)$$

где R_P – активность смешанного цемента (вяжущего), МПа;
А – коэффициент учитывающий качество песка и состав раствора, в первом приближении А можно принять равным 0,4.

При введении в раствор тонкодисперсных компонентов они разбавляют его и активность смешанного цемента (цемент + тонкодисперсный компонент) будет ниже, чем у чистого цемента. Активность смешанных вяжущих на цементе можно оценить исходя из активностей компонентов вяжущего и соотношения их абсолютных объемов. Приближенно можно принять:

$$R_в = R_ц / [1+K(Д/Ц)$$

где $R_в$ - активность смешанного вяжущего в кгс/см^2, $R_ц$ - марка цемента, Д/Ц - отношение количества минеральной добавки к количеству цемента по массе, *К* - коэффициент, зависящий от свойств добавки (плотности и активности), для глин он колеблется в пределах 1,3 ...1,5, для извести 1,8 ... 2, для тонкомолотого шлака и других добавок с высокой гидравлической активностью 0,8 ... 1.

3.2. Методы испытаний свойств строительных смесей

Подвижность растворной смеси определяют по глубине погружения. (h, 4) стандартного металлического конуса массой 300 г, диаметром основания 75 мм, высотой 145 мм (рис.) в растворную смесь.

Общий вид конуса для испытания подвижности растворной смеси

Водоудерживающую способность определяют испытанием слоя растворной смеси толщиной 12 см, уложенного в металлическое кольцо с внутренним диаметром 100 мм, высотой 12 мм и толщиной стенок 5 мм, установленное на 10 листов промокательной бумаги.

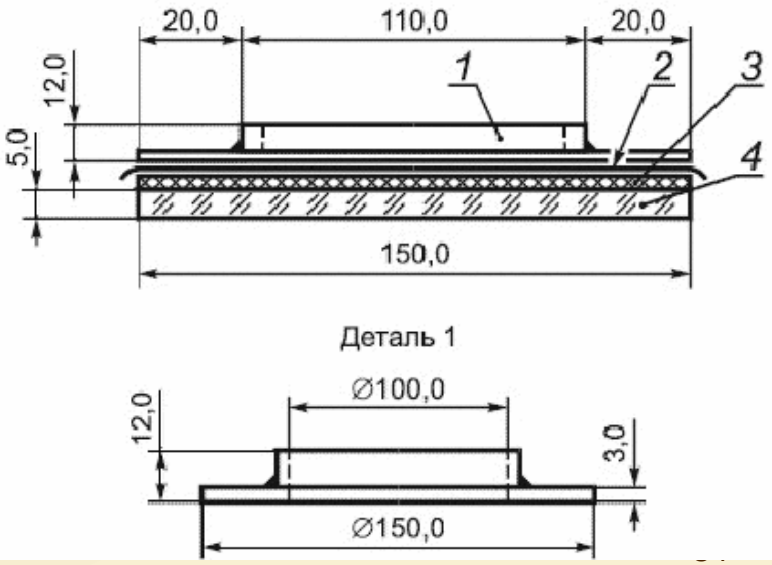

Схема прибора для определения водоудерживающей способности растворной смеси: 1 - металлическое кольцо с раствором; 2-10 слоев промокательной бумаги; 3 - стеклянная пластинка; 4 - прокладка из марлевой ткани.

Расслаиваемостъ растворной смеси, характеризующую ее связность при динамическом воздействии, определяют путем сопоставления содержания массы заполнителя в нижней и верхней частях свежеотформованного образца размером 150х150х150 мм.

Растворную смесь укладывают и уплотняют в форме для контрольных образцов. 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 ± 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 °С и взвешивают с погрешностью до 2 г. Содержание заполнителя в верхней (нижней) части уплотненной растворной смеси V в процентах определяют по формуле:

$$V = (m_1 / m_2)100$$

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 *П* в процентах определяют по формуле:

$$П = \Delta V / \Sigma V$$

где ΔV - абсолютная величина разности между содержанием заполнителя в верхней и-нижней частях образца, %;
ΣV - суммарное содержание заполнителя верхней и нижней частей образца, %.

Прочность раствора при сжатии определяют на образцах-кубах размером 70,7х70',7х70,7 мм в возрасте 28 сут, если не установлен другой возраст в технических условиях или стандарте, в кгс/см^2.

Если раствор имеет подвижность 5 см и более, то контрольные образцы для определения прочности изготавливают в формах, не имеющих дна, которые устанавливают на водоотсасывающее основание - кирпич. Водопоглощение кирпича должно быть 10 ... 15 % по массе, влажность - не более 2 %. Формы заполняют смесью за один прием с некоторым избытком, штыкуют 25 раз стальным стержнем диаметром 12 мм. Избыток растворной смеси срезают, а поверхность заглаживают.

3.3. Добавки

Для регулирования сроков схватывания, процесса твердения и структурообразования строительных растворов и бетонов, улучшения ряда свойств, а также экономии вяжущих используют химические добавки, которые вводят при производстве сухих строительных смесей. Добавки можно разделить на три вида: химические, вводимые в бетон в небольшом количестве (0,1... 5 % массы цемента), и тонкомолотые добавки, служащие для экономии цемента, повышения плотности и стойкости, которые вводятся в количестве 5 ... 20 % и более от массы цемента, и органо-минеральные, обладающие как правило полифункциональным действием, которые вводятся в растворные и бетонные смеси в количествах 5 ... 10 % и более от массы вяжущего.

В зависимости от назначения (основного эффекта действия) добавки для бетонов и растворов подразделяют на виды.

Регулирующие свойства бетонных смесей:

Пластифицирующие;

водоудерживающие;

замедляющие схватывание;

ускоряющие схватывание;

поризующие (для легких бетонов):
придающие бетону специальные свойства:

Пластифицирующие добавки.

К пластифицирующим добавкам отечественного производства относятся лигносульфонаты технические (ЛСТ), упаренная последрожжевая барда (УПБ), пластификатор ВРП-1 (водорастворимый полимер), разжижитель (суперпластификатор) С-3, смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ), смола древесная омыленная (СДО), пек древесный омыленный (ЦНИИПС-1), синтетическая поверхностно-активная добавка (СПД) и др. Не все из названных добавок выпускаются в сухом виде, что необходимо для производства сухих смесей. Поэтому широко распространено использование импортных добавок, в том числе суперпластификаторов.

Пластифицирующие добавки или пластификаторы в соответствии с ГОСТ 24211-80 делят на четыре категории или класса по эффективности (табл.)

Классификация пластификаторов

Критерии	Группа	Область применения	
		изменение осадки, см	уменьшение водопотребности равноподвижных смесей, %
1	Суперпластификатор	От 2 … 3 до 20 и более	Не менее 20
2	Сильный пластификатор	От 2 … 3 до 14 … 20	Не менее 10
3	Средний пластификатор	От 2…3 до 8 … 14	Не менее 5
4	Слабый пластификатор	От 2 … 3 до 6 … 8	Менее 5

В зависимости от происхождения различают суперпластификаторы, искусственно синтезированные и полученные модифицированием обычных пластификаторов.

В настоящее время нашли применение суперпластификаторы следующих видов:

- на основе сульфированных меламиноформальдегидных соединений и их производных;
- на основе сульфированных нафталинформальдегидных соединений и их производных;
- на основе модифицированных лигносульфонатов;
- на основе водорастворимых карбоксилатных полимеров.

Добавки, регулирующие схватывание бетонных и растворных смесей и их твердение это - ускорители и замедлители схватывания, ускорители твердения, противоморозные добавки (обеспечивающие твердение при отрицательных температурах).

К таким добавкам относятся хлорид кальция (ХК), хлорид натрия (ХН), нитрат кальция (НК), сульфат алюминия (СА), сульфат натрия (СН), нитрит- нитрат хлорид кальция (ННХК), нитрит натрия (НН), поташ (П), формиат натрия (ФН) и др. При применении некоторых добавок в количествах выше оптимальных (1,5...2 %) на поверхностях могут появиться высолы. В качестве замедлителей схватывания гипсовых растворов используют различные поверхностно-активные вещества (ПАВ): ЛСТ, ЩСПК, мылонафт,

некоторые органические кислоты (лимонная, виннокаменная, щавелевая и др.) или их соли, а также техническую буру, животный клей и др. вещества.

Добавки - ингибиторы коррозии стальной арматуры: нитрит натрия, калиево-кальциевые соли и др.

Добавки гидрофобизирующие, т.е. придающие бетону (раствору) водоотталкивающие свойства, повышающие сопротивление действию воды. К этой группе относятся добавки, рассмотренные выше: мылонафт, асидол, кремнийорганические жидкости, полиметилсилоксановые жидкости и др.

Бактерицидные и инсектицидные добавки, повышающие сопротивляемость бетонов (растворов) против биохимической коррозии. Для защиты строительных растворов от биокоррозии в эксплуатационных условиях в состав сухих смесей можно вводить биоцидные добавки, предотвращающие развитие на поверхности микроорганизмов патогенного действия и опасных с точки зрения коррозии. В качестве таких добавок можно применять оловоорганический биоцид - ластонокс, пентахлорфенолят натрия, катамин, катапин, катапин-бактерицид и др. Биоцидные добавки выбирают в зависимости от вида строительного раствора, видов микроорганизмов, которые могут поселиться на поверхности или внутри конструкции.

Некоторые добавки обладают полифункциональным действием, например, пластифицирующим и воздухововлекающим, замедляющим и пластифицирующим и т.п. В современной практике особо широкое применение при производстве сухих строительных смесей получили **редиспергируемые полимерные порошки.**

Редиспергируемые полимерные порошки получают на основе различных полимеров, в т.ч. :

- стирен-бутадиеновые сополимеры,
- гомополимеры полиакриловых эфиров,
- стирен-акриловые сополимеры,
- винилацетатные гомополимеры,
- винилацетатэтиленовые сополимеры,
- винилацетатакриловые сополимеры и др.

Эти добавки способствуют повышению эластичности растворов и адгезии к основанию, морозостойкости, а в некоторых случаях улучшению сопротивления истиранию.

Диспергируемые порошки получают методом распылительной сушки некоторых дисперсий, в процессе распыления добавляются специальные антислеживающиеся агенты для улучшения сыпучести и предотвращения комкообразования.

Водная дисперсия состоит из твердых частиц полимера, диспергированных в воде. В процессе сушки распылением полимерные частицы размером 1 - 2 мкм образуют конгломераты размером 50-100 мкм. Увеличенный размер частиц улучшает текучесть порошка и препятствует образованию пыли.

При смешивании с водой они снова образуют стабильную дисперсию с теми же свойствами, т.е. обладают редиспергирующей способностью. Во время высыхания и затвердевания раствора редиспергируемые частицы полимера объединяются друг с другом и затем образуют полимерную пленку Исследованиями установлено, что редиспергируемые порошки действуют по трем направлениям. Они повышают способность смеси удерживать воду, посредством образования пленки уменьшают испарение её, а также повышают прочность раствора. Добавки редиспергируемых порошков повышают адгезию и когезию как клеёв и шпаклевочных масс, так и штукатурных и кладочных растворов, улучшают их трещиностойкость за счет повышения прочности на растяжение и износоустойчивость.

Полимерные водоудерживающие добавки (загустители) - водорастворимые производные целлюлозы (эфиры целлюлозы), наиболее распространенного природного полимера - широко используются в сухих строительных смесях. Они используются для регулирования консистенции и реологии растворных смесей, позволяют избежать расслоения и седиментацию, а клеям для плитки обеспечивают необходимую густоту. Кроме того, они обладают пленкообразующим, часто пластифицирующим и эмульгирующим свойствами

Эфиры целлюлозы и их производные представлены различными веществами, которые используются в качестве добавок в сухие строительные смеси. Ниже даны краткие характеристики основных видов эфиров целлюлозы.

Метилцеллюлоза (МЦ) водорастворимая представляет собой метиловый эфир целлюлозы с эмпирической формулой

$$[C_6H_7O_2(OH)_{3-n}(OCH_3)_n]_m.$$

Выпускается в виде волокнистого материала белого цвета с желтоватым оттенком. При комнатной температуре МЦ растворяется в воде и образует прозрачные вязкие растворы, которые коагулируют при нагревании выше 50 °С, при охлаждении гель вновь переходит в раствор. Водные растворы МЦ обладают большой связывающей, диспергирующей, эмульгирующей, смачивающей и адгезионной способностью.

Промышленность выпускает несколько марок метилцеллюлозы: МЦ-8, МЦ-16, МЦ-35, МЦ-65, МЦ-100, МЦ-С (строительная), МЦ-В (высоковязкая), МЦ-СБР (стабилизатор буровых растворов). Марки МЦ различаются вязкостью 1 %-ного (или 2 %-ного в стандартах некоторых стран) водного раствора МЦ. Вязкость может колебаться в широких пределах (от 300 до 60000 МПа·с). Величина вязкости учитывается при выборе эфира целлюлозы в качестве добавки. Метилцеллюлоза нетоксична, устойчива к химическим реагентам, обладает биологической устойчивостью, физиологически инертна.

Этилоксиэтилцеллюлоза (ЭОЦ) - эфир этилена и этилцеллюлозы с эмпирической формулой

$[C_6H_7O_2\ (OH)_{з-x}(OC_2H_4\ )_m\ (OC_2H_5)_x]_n$

ЭОЦ хорошо растворима в холодной воде, обладает высокими адгезионными свойствами, связующей и пленкообразующей способностью.

Оксипропилметилцеллюлоза (ОПМЦ) - представляет собой эфир пропиленгликоля и метилцеллюлозы с эмпирической формулой

$$[C_6H_7O_2(OH)_m(OCH_3)_p(OC_3H_60H)_x)]_n.$$

По внешнему виду оксипропилметилцеллюлоза представляет собой волокнистое или порошкообразное вещество с желтым оттенком. ОПМЦ в зависимости от вязкости водного раствора делится на марки.

Na - карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) – простой эфир целлюлозы и гликолевой кислоты с эмпирической формулой

$$[C_6H_7(OH)_{з-x}\ (OCH_2COONa)_x]_n$$

КМЦ это твердое волокнистое или порошкообразное вещество, обладает слабой растворимостью в щелочном растворе, в воде набухает с сильным гелеобразованием.

Поливиниловый спирт (ПВС) - твердый полимер белого цвета без вкуса, и запаха, нетоксичен. Характеризуется следующей структурной формулой:

$$[CH_2\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}]_n$$

Для приготовления сухих строительных смесей должен применяться ПВС с большим количеством ацетатных групп (свыше 8... 10 %), т.к. в этом случае он растворяется в воде при комнатной температуре. С уменьшением количества ацетатных групп растворимость уменьшается, а температура растворения повышается. С повышением содержания ацетатных групп растворы ПВС имеют тенденцию к повышению стабильности, а при содержании остаточных групп свыше 16 % гель не образуется.