

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Т. Е. ТИХОМИРОВА

# ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Для студентов  
учреждений высшего профессионального образования,  
обучающихся по направлению «Строительство»*



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2011

УДК 691(075.8)  
ББК 38.3я73  
Т462

Рецензенты:

зав. кафедрой технологии отделочных и изоляционных материалов МГСУ,  
проф., д-р техн. наук *Б. М. Румянцев*;  
зав. отделом жилищного хозяйства, канд. техн. наук *Н. М. Вавуло*

**Тихомирова Т. Е.**

Т462

Отделочные материалы в строительстве : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Т. Е. Тихомирова. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 272 с.

ISBN 978-5-7695-7426-9

Приведены описание и характеристики отделочных строительных материалов, краткая информация о их назначении и эффективных областях применения. Рассмотрены традиционные отделочные материалы с учетом многообразия каждого вида отделки и некоторые новые материалы, обеспечивающие современную отделку.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 691(075.8)  
ББК 38.3я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение  
любым способом без согласия правообладателя запрещается*

© Тихомирова Т. Е., 2011

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2011

ISBN 978-5-7695-7426-9

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2011

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем учебном пособии рассмотрены современные отделочные материалы. Важная роль принадлежит отделке, которая является завершающим этапом строительства, ремонта или реконструкции. Отделочные материалы (штукатурные, малярные, облицовочные и др.) придают зданиям и сооружениям законченный вид, а конструктивным элементам здания — защитные, санитарно-гигиенические и декоративные качества. С их помощью можно улучшить противопожарные, тепло- и шумоизоляционные, влагозащитные свойства, повышая долговечность здания в целом.

Отделочные материалы предназначены для повышения эстетических и эксплуатационных качеств, придают архитектурную выразительность оформлению.

Используя различные материалы, можно создать отделку от простой до индивидуально элитной, затрачивая при этом от 20 до 50 % от стоимости строительства.

К числу отделочных материалов относится множество разнообразных материалов: декоративные штукатурки, керамическая плитка и изделия из керамики; изделия из природных каменных облицовочных материалов, а также искусственные материалы (облицовочные панели, сайдинг и др.), цветные структурные штукатурки с различными фактурными поверхностями, материалы подвесных и натяжных потолков, различные виды обоев

Актуальность данного учебного пособия вызвана появлением огромного количества новых материалов и бурным развитием строительных технологий, необходимостью ознакомления специалистов с современными материалами, используемыми при отделке. Номенклатура строительных материалов продолжает увеличиваться.

В данном учебном пособии рассмотрены материалы преимущественно для внутренней отделки, особенно материалы комплектных систем «сухого строительства» с использованием гипсокартонных или гипсоволокнистых листов и декоративные отделочные покрытия с описанием технологий их нанесения. Эти материалы только начинают завоевывать свои позиции, мало знакомы отделочникам. Они позволят реализовывать неограниченные по замыслу дизайнерские решения и в то же время снижать трудоемкость технологии отделки.

Описаны некоторые материалы для окон и дверей, материалы для отделки лестниц, каминов и перегородок. Эти материалы оказывают важную роль в отделке интерьеров.

Представлены сухие смеси, которые давно импортируются из-за рубежа, а также успешно стали производиться российскими компаниями. Мировой опыт применения сухих смесей в строительстве показал их высокую эффективность и преимущества перед традиционными растворами. Обращено внимание на некоторые экологические аспекты применения материалов.

В настоящее время на российском рынке представлена продукция зарубежных производителей и огромное количество материалов российских производителей. В данном учебном пособии делается попытка рассмотреть эти материалы с точки зрения применения в отделке.

## Глава 1

# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

### 1.1. Общие сведения об основных минеральных вяжущих материалах, используемых в отделочных работах, и их применение

*Неорганические (минеральные) вяжущие вещества* — это порошкообразные материалы, которые при смешивании с водой или водными растворами некоторых солей образуют пластичное тесто, которое в результате физико-химических процессов со временем способно затвердевать и переходить в камневидное состояние. При твердении вяжущие скрепляют между собой частицы щебня, гравия, песка и других заполнителей.

Неорганические вяжущие вещества подразделяются на воздушные и гидравлические.

Воздушные вяжущие вещества способны затвердевать и сохранять длительное время прочность только на воздухе. К ним относятся гипсовые вяжущие вещества, магниевые вяжущие, жидкое стекло, известковые вяжущие. Гидравлические вяжущие вещества переходят из тестообразного состояния в камневидное, т.е. твердеют и на воздухе, и во влажных условиях и продолжают твердеть в воде. При твердении во влажных условиях они приобретают большую прочность в отличие от твердеющих в воздушных условиях, могут применяться для подземного и гидротехнического строительства. К таким вяжущим веществам относятся портландцемент, специальные портландцементы (гидрофобный, пластифицированный, сульфатостойкий и др.), глиноземистый цемент, портландцементы с активными гидравлическими добавками (пущолановый, шлаковый), гидравлическая известь.

В отдельную группу входят вяжущие вещества автоклавного твердения, которые в сущности являются гидравлическими, так как при твердении в условиях водяного пара под давлением (в автоклавах) они превращаются в плотный прочный камень. К таким вяжущим веществам относятся известково-кремнеземистые, известково-золевые, известково-шлаковые, нефелиновый цемент и др.

Сырьем для производства неорганических вяжущих веществ служат соответствующие горные породы, или их смеси.

Гипсовые вяжущие вещества относятся к воздушным. Сырьем для получения гипсовых вяжущих чаще всего служит горная порода гипс, состоящая в основном из минерала гипса,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Реже в качестве сырья используют горную породу ангидрит, состоящую из минерала того же названия,  $\text{CaSO}_4$ , а также отходы промышленности: борогипс, фосфогипс.

Гипсовые вяжущие вещества получают при соответствующих режимах тепловой обработки указанных сырьевых материалов.

Гипсовые вяжущие вещества состоят в основном из полуводного гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \cdot \text{H}_2\text{O}$  или ангидрита  $\text{CaSO}_4$ .

Строительный гипс имеет низкую водостойкость.

Гипсовое тесто сравнительно быстро теряет пластичность и приобретает некоторую прочность, т. е. схватывается. По срокам схватывания полуводный гипс различают по маркам: А — быстро твердеющий, Б — нормально твердеющий и В — медленно твердеющий.

Для определения марки из гипсового теста нормальной плотности изготавливают три балочки размерами  $4 \times 4 \times 16$  см, которые через 2 ч после высыпания гипса в воду испытывают сначала на изгиб, а потом половинки — на сжатие. Для полуводного гипса стандартом установлены марки по прочности при сжатии, МПа: Г-2, Г-3, Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-10, Г-13, Г-16, Г-19, Г-22, Г-25. При этом предел прочности при изгибе  $R_{из}$  для каждой марки должен быть не менее стандартного (1,2... 8 МПа).

Строительный и формовочный гипс применяют для изготовления перегородочных панелей и плит, гипсовой сухой штукатурки, гипсовых растворов, гипсолитных деталей, звукопоглощающих изделий и др. Формовочный гипс применяют также в керамической и фаянсовой промышленности для изготовления форм.

При низкотемпературной тепловой обработке сырья  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  в герметически закрытых аппаратах (автоклавах) температура поддерживается на уровне 95... 125 °С, при этом давление водяного пара — повышенное (0,15... 0,6 МПа). Полученный порошок (просушенный и охлажденный), называется *высокопрочным гипсом*, так как он обладает пониженной потребностью в воде (40... 45 %) по сравнению со строительным гипсом, имеет большую прочность (до 25 МПа и выше). Истинная плотность высокопрочного гипса составляет 2 720... 2 750 кг/м<sup>3</sup>. Его применяют при изготовлении стеновых камней и других элементов для стен, сборных перегородок.

Все разновидности полуводного гипса неводостойки, материалы и изделия, изготовленные на его основе, применяют при относительной влажности воздуха не более 60 %, так как при более высокой влажности существенно снижается прочность и увеличиваются необратимые пластические деформации (ползучесть). Для повышения водостойкости гипсовых материалов и изделий при их изготовлении в формовочную массу вводят синтетические смолы, применяют интенсивное уплотнение при формовании, а также пропитку гидрофобными веществами.

Особенно эффективны с точки зрения водостойкости смешанные вяжущие вещества на основе полуводного гипса, например ГЦПВ —

гипсоцементно-пуццолановое вяжущее вещество. ГЦПВ получают смешиванием тонко измельченных материалов: полуводного гипса 50... 75 %, портландцемента 25... 15 % и 25... 10 % активной минеральной добавки, содержащей аморфный  $\text{SiO}_2$  (диатомита, трепела, пемзы и т. п.).

*Воздушную строительную известь* получают в результате обжига горных пород, содержащих кальцит, т. е. известняка, мела, ракушечника, доломитизированных известняков. Причем содержание глинистых примесей в сырье по массе не должно превышать 6 %.

Негашеная известь получается путем механического измельчения комовой извести, имеет состав  $\text{CaO}$ . Чаще применяют гашеную известь. Негашеная комовая известь называется *кипелкой*. В зависимости от количества воды, взятой для гашения, получают гидратную (гашеную) известь в виде тонкого рыхлого порошка — *пушонки*, известкового теста или известкового молока. Чаще всего гашеную известь применяют в виде известкового теста, в котором содержится около 50 % воды. Для его получения на 1 кг кипелки берут около 1,5 л воды. Плотность известкового теста составляет примерно  $1400 \text{ кг/м}^3$ .

По качеству строительная воздушная известь подразделяется на три сорта для негашеной извести и на два сорта — для гашеной извести. Содержание активных  $\text{CaO} + \text{MgO}$  (в пересчете на сухое вещество) для негашеной кальциевой извести без добавок должно быть соответственно для 1, 2, 3-го сорта не менее 90, 80 и 70 %, а содержание непогасившихся зерен — соответственно не более 7, 11, 14 %. Содержание  $\text{MgO}$  во всех трех сортах не должно превышать 5 %.

В гидратной (гашеной извести) без добавок 1-го сорта содержание активных  $\text{CaO} + \text{MgO}$  должно быть не менее 67 %, а для 2-го сорта — не менее 60 %. В гидратной извести с добавками содержание их соответственно не менее 50 % для 1-го сорта и не менее 40 % — для 2-го сорта.

Прочность извести после ее затвердения невелика и стандартом не нормируется. Известковые растворы в возрасте 28 суток воздушного твердения набирают предел прочности при сжатии 0,4... 1,0 МПа (на гашеной извести) и на молотой негашеной извести — до 5 МПа. Чем меньше примесей в сырье, тем выше активность извести, она быстрее гасится и больше выход известкового теста.

Воздушную известь применяют для изготовления известково-песчаных и смешанных строительных растворов, применяемых для каменной кладки и штукатурки, для производства силикатных изделий (тяжелых, легких, ячеистых), в качестве связующего вещества в красочных составах. Воздушную известь (негашеную молотую и пушонку) используют при производстве смешанных вяжущих: известково-пуццолановых и известково-шлаковых, которые обладают гидравлическими свойствами.

*Магнезиальные вяжущие вещества:* каустический магнезит и каустический доломит — тонкие порошки белого или желтоватого цвета, состоящие главным образом из  $MgO$ .

Особенность магнезиальных вяжущих веществ состоит в том, что их затворяют водными растворами солей  $MgCl_2$  или  $MgSO_4$  либо других магнезиальных солей.

Магнезиальные вяжущие вещества обладают способностью прочно сцепляться с древесными опилками, стружками, каменными материалами. В бетонах на магнезиальных вяжущих веществах древесные и другие органические заполнители оказываются защищенными от разложения и загнивания. Эти вяжущие вещества применяют для изготовления теплоизоляционных материалов, например магнезиального фибролита, производства ксилолитовых плиток для пола и монолитных ксилолитовых износостойких теплых полов. Их используют также для штукатурных растворов, изготовления подоконных плит, ступеней и других изделий, а также в производстве абразивных материалов.

*Жидкое стекло* — коллоидный водный раствор желтого или коричневого цвета натриевого  $Na_2O \cdot mSiO_2$  или калиевого  $K_2O \cdot mSiO_2$  силиката; где  $m$  — модуль жидкого стекла, равный 2,5...3,0 для натриевого стекла и 3...4 для калиевого жидкого стекла. От значения модуля зависят свойства жидкого стекла.

Сырьем для изготовления натриевого жидкого стекла служат кварцевый песок, сода  $Na_2CO_3$  или сульфат натрия  $Na_2SO_4$ , для калиевого стекла — кварцевый песок и поташ  $K_2CO_3$ . Калиевое стекло дороже, применяется реже, в основном его используют в качестве связующего в силикатных красках. Натриевое жидкое стекло применяют для изготовления кислотоупорных и жароупорных бетонов, защиты природных каменных материалов от выветривания, уплотнения грунтов и для других целей.

Жидкое стекло твердеет только на воздухе. Для ускорения твердения к нему добавляют катализатор — кремнефтористый натрий  $Na_2SiF_6$ .

*Кислотоупорный цемент* — порошкообразная смесь, получаемая совместным помолом чистого кварцевого песка и кремнефтористого натрия. Эту смесь можно получать при тщательном смешивании отдельно измельченных исходных материалов, в соотношении 10:1 (кварцевый песок : кремнефтористый натрий) по массе. Вместо кварцевого песка можно применять андезит или бештаунит. Полученный порошок затворяется жидким стеклом (силикат натрия), это и есть воздушное вяжущее — кислотоупорный цемент. Порошок вяжущими свойствами не обладает. Начало схватывания кислотоупорного цемента должно быть не ранее 30 мин, окончание — не позднее 8 ч от момента затворения. Схватывание и твердение его происходит при температуре не ниже  $10^\circ C$ .

Кислотоупорный цемент применяют для изготовления кислотоупорных растворов, бетонов, замазок, которые после затвердения

способны противостоять воздействию большинства минеральных и органических кислот. Однако они разрушаются в щелочах, фосфорной, фтористоводородной и кремнефтористоводородной кислотах. Для изготовления изделий на кислотоупорном цементе необходимо применять кислотостойкие заполнители: кварцевые пески, андезит, гранит и др

*Портландцемент* — продукт тонкого помола клинкера, полученного при обжиге до спекания (частичного плавления) горной породы мергеля или специально подготовленной сырьевой смеси, состоящей чаще всего из 75...78 % известняка (мела, известкового туфа, ракушечника) и 25...22 % глины. Клинкер представляет собой зернистый материал диаметром до 25 мм. При помоле клинкера в шаровую мельницу добавляют для регулирования схватывания до 3,5 % двуводного гипса. Горная порода — мергель встречается в природе редко, поэтому приходится готовить требуемый химический состав сырья для производства портландцемента искусственно, применяя известь, глину, доменные шлаки, золы, нефелиновый шлам, опоки и другие корректирующие добавки.

Портландцемент — один из главнейших строительных материалов, потребность в котором чрезвычайно велика в связи с большим объемом строительства жилых, промышленных и других зданий и сооружений.

Выбор и соотношение компонентов сырьевой смеси производят со специальным расчетом. Чаще всего сырьевую смесь составляют из многих компонентов.

Важнейшей характеристикой цемента является его марка. Марку определяют по пределу прочности при сжатии и пределу прочности при изгибе образцов в виде призмы (балочек) размерами 4×4×16 см в возрасте 28 суток стандартного хранения во влажных условиях. Причем первые сутки образцы (3 шт.) хранят в бачках с гидравлическим затвором (при относительной влажности воздуха 100 %) в формах, остальные 27 суток их хранят в воде без форм. Для изготовления образцов готовится раствор, состоящий из цемента и песка в соотношении 1:3 (по массе), нормальной густоты (стандартной консистенции); песок должен быть тоже стандартным кварцевым, определенного зернового состава. Различают марки портландцемента: М300, М400, М500, М550, М600. Для определения марки портландцемента образцы в возрасте 28 суток испытывают сначала на изгиб, а получившиеся половинки образцов затем испытываются на сжатие. Требования ГОСТа к маркам портландцемента приведены в табл. 1.1.

У быстротвердеющих портландцементов (с добавками 5...20 %) прочность нормируется не только в возрасте 28 суток, но и в возрасте 3 суток.

Помимо определения марки портландцемента по ГОСТ рекомендуется определить активность цемента. Стандартная активность

**Требования к маркам портландцемента и портландцементам  
с минеральными добавками**

Предел прочности	Марка			
	M400	M500	M550	M600
При изгибе, в возрасте 28 суток, МПа, не менее	5,5	6,0	6,2	6,5
При сжатии, в возрасте 28 суток, МПа	40	50	55	60

**Примечание.** Допускается выпускать портландцемент с минеральными добавками марки М300 с пределом прочности при сжатии не менее 30 МПа, пределом прочности при изгибе не менее 4,5 МПа.

цементу численно равна пределу прочности при сжатии указанных выше образцов, округляя ее определяют марку цемента.

К другим стандартным характеристикам относятся: вещественный состав, тонкость помола цемента, плотность, нормальная густота, сроки схватывания, равномерность изменения объема при твердении.

При использовании портландцемента следует учитывать возможность выпуска специальных его видов: быстротвердеющего, белого и цветного, сульфатостойкого, пластифицированного и гидрофобного, тампонажного и некоторых других. На основе портландцемента путем введения в него при помоле гидравлических добавок в количестве, превышающем 20 % от массы готовой продукции, получают смешанные разновидности: пуццолановый портландцемент и шлакопортландцемент. Обе разновидности этих цементов более стойки в условиях воздействия агрессивных вод и некоторых других корродирующих сред.

Портландцемент используется в производстве специальных видов строительных бетонов и растворов. Для этих целей требуются цементы с дополнительными качественными показателями: дорожные, жаростойкие, гидротехнические, гидроизоляционные, электроизоляционные, особо тяжелые и декоративные.

Архитектурно-декоративные функции в строительстве с успехом выполняют белый и цветной портландцементы с использованием при их производстве чистых известняков и белой глины с обжигом сырьевой смеси беззольным (газовым) топливом. При помоле белого или цветного клинкера особенно тщательно продукт помола предохраняют от частиц железа или оксида железа, резко нарушающих его белизну. Для получения цветных цементов при помоле белого клинкера добавляют щелочестойкие пигменты или в сырьевую смесь до ее обжига 0,05 ... 0,1 % соединений хрома, марганца, кобальта и др.

Для обычных строительных и специального характера объектов могут использоваться не только портландцементы и их модифицированные разновидности, но и другая важнейшая разновидность гидравлических вяжущих веществ, именуемая *глиноземистым цементом*.

Сырьем для производства глиноземистого цемента (ГЦ) служат бокситы, состоящие в основном из глинозема  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , и известняки; используют также промышленные отходы с большим содержанием глинозема  $\text{Al}_2\text{O}_3$  вместо бокситов, которые в основном применяют для получения алюминия. Глиноземистый цемент в отличие от других цементов состоит в основном из алюминатов кальция ( $n\text{CaO} \cdot m\text{Al}_2\text{O}_3$ ), причем больше всего в нем содержится однокальциевого алюмината  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ , который быстро твердеет с выделением большого количества теплоты и быстро набирает большую прочность. Поэтому эти же свойства присущи глиноземистому цементу, который является нормально схватывающимся (начало схватывания — не ранее 30 мин, окончание — не позднее 12 ч), быстротвердеющим гидравлическим вяжущим веществом. При твердении он выделяет много теплоты (в 1,5 раза больше, чем у портландцемента) и уже через сутки набирает 85 % своей марочной прочности. Причем марку глиноземистого цемента определяют испытанием стандартных образцов в возрасте 3 суток. Выпускается глиноземистый цемент марок 400, 500, 600.

В цементном камне не содержатся опасные с точки зрения его коррозии химические соединения  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , если твердение происходит при температуре менее  $25^\circ\text{C}$ , поэтому бетоны на глиноземистом цементе являются стойкими против вымывания из него  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в сульфатных средах, в морской воде. Однако он не стоек в растворах кислот и щелочей. Поскольку его твердение сопровождается большим тепловыделением (250 ... 370 кДж/кг), это свойство используется при зимнем бетонировании, но при бетонировании массивных конструкций, особенно летом, могут возникнуть большие температурные деформации и, следовательно, трещинообразование. Изделия, отформованные с применением глиноземистого цемента нельзя проваривать, так как при этом его прочность уменьшается в 2 — 3 раза за счет образования в цементном камне малопрочного кубического трехкальциевого гидроалюмината  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{C}_3\text{AH}_6$ ).

Глиноземистый цемент применяют при изготовлении быстротвердеющих и жаростойких бетонов и растворов, при аварийно-ремонтных работах, для тампонирования нефтяных скважин, при строительстве военных сооружений. Однако его стоимость в 2 — 4 раза выше, чем портландцемента.

*Высокоглиноземистый цемент (ВГЦ)* — продукт тонкого измельчения обожженной до спекания (при температуре  $1500^\circ\text{C}$ ) сырьевой смеси, состоящей из чистых  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaCO}_3$ . В зависимости от содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$  высокоглиноземистые цементы подразделяются:

на ВГЦ I, ВГЦ II, ВГЦ III, с содержанием  $Al_2O_3$  соответственно не менее 60, 70, 80 %, а марки в возрасте 3 суток — на М250 и М350. Тонкость помола характеризуется остатком не более 10 % на сите № 008. Начало схватывания высокоглиноземистых цементов — не ранее 30 мин, окончание — не позднее 15 ч. Эти цементы применяют для изготовления жаростойких бетонов и растворов.

## 1.2. Строительные растворы

Строительные растворы (ГОСТ 4.233—86) получают в результате затвердевания рационально подобранной и тщательно перемешанной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды и мелкого заполнителя (песка). Иногда в растворные смеси вводят добавки (пластифицирующие, порообразующие, ускоряющие твердение и др.). До затвердевания этот материал называется растворной смесью. Растворы применяют для каменных и кирпичных кладок, при монтаже конструкций (блоков, панелей и т.п.), а также в качестве штукатурки, для декоративной отделки стен и потолков, при устройстве полов. Растворы обычно укладывают или наносят в виде тонких слоев, поэтому их изготавливают без крупного заполнителя.

Строительные растворы классифицируют по виду вяжущего, плотности и назначению. Растворы, изготовленные на одном вяжущем веществе: извести, гипсе, цементе, называются соответственно известковыми, гипсовыми, цементными. Сложные растворы изготавливают на смешанных вяжущих веществах: цементно-известковом, известково-зольном, известково-гипсовом, цементно-глиняном и др.

**Известковые растворы.** Они хорошо сцепляются с кирпичными, шлакобетонными и деревянными поверхностями, несколько хуже — с бетонными поверхностями. Поэтому при оштукатуривании бетонной поверхности первый слой (обрызг) выполняют цементным или известково-цементным раствором. В известковых растворах вяжущим веществом служит гашеная воздушная известь (в виде известкового теста). Молотую негашеную известь применяют реже. В условиях высокой влажности целесообразно использовать гидравлическую известь или известково-шлаковые, известково-пуццолановые вяжущие вещества.

**Известково-гипсовые растворы.** Недостаток известковых растворов — их медленное твердение. Ускоряют твердение, добавляя гипсовое вяжущее. Рекомендуются следующие составы известково-гипсовых растворов (части по объему): для обрызга — 1:(0,3 ... 1):(2 ... 3); для грунта — 1:(0,5 ... 1,5):(1,5 ... 2); для накрывки — 1:(1 ... 1,5):0.

Известково-гипсовые растворы без замедлителя схватывания начинают затвердевать через 4...5 мин после затворения водой. Поэтому при большом объеме штукатурных работ в такой раствор вводят за-

медлители схватывания: мездровый или костный (столярный) клей, квасцы, буру в виде водных растворов.

При использовании известково-гипсовых растворов, особенно для накрывочного слоя, следует помнить, что полностью поверхность штукатурки должна быть обработана до начала схватывания гипсового вяжущего.

**Цементные растворы.** Растворы на портландцементе, шлакопортландцементе менее пластичны, следовательно, менее удобны в работе. Поэтому такими растворами оштукатуривают наружные стены и помещения с повышенной влажностью (более 60 %), а также конструкции, на которых требуется создать штукатурный слой повышенной прочности. Для штукатурных работ рекомендуются следующие составы цементных растворов (части по объему): для обрызга 1 : (2,5 ... 4); для грунта 1 : (2 ... 3); для накрывки 1 : (1 ... 1,5). Когда цементный раствор используют для накрывочного слоя, его нужно затирать до начала схватывания цемента.

Для изготовления цементных растворов применяют портландцемент и его разновидности в зависимости от условий эксплуатации. Марка цемента должна превышать марку раствора по прочности на сжатие в 3—4 раза. Расход цемента на изготовление 1 м<sup>3</sup> раствора в зависимости от марок цемента и раствора, качества и крупности песка, применяемых добавок составляет 75 ... 550 кг.

Пластичность цементных растворов повышают, вводя в них пластифицирующие добавки: пластификаторы ЛСТ, СДБ, суперпластификатор, а также ПВА дисперсию или синтетический латекс. Последние добавки кроме пластифицирующего действия повышают адгезию растворных смесей и прочность штукатурного слоя. Также можно использовать добавку гидрофобизирующей жидкости — ГКЖ-94. В растворы марок 100 и выше пластификатор добавляют обязательно. Этим снижают расход цемента и повышают водоудерживающую способность смеси.

**Гипсовые растворы.** Кроме цементных растворов распространены являются гипсовые. Они предпочтительнее, так как позволяют сократить сроки выполнения работ. Однако такие материалы могут эксплуатироваться при нормальной влажности и только внутри помещений. В гипсовых растворах вяжущим веществом служат гипсовые вяжущие или смешанные (известково-гипсовые, гипсошлаковые) вещества.

Гипсовую штукатурку можно наносить практически в один слой.

**Растворы с органическими добавками.** К таким растворам относятся полимерцементные растворы, содержащие 10 ... 15 % (в пересчете на сухое вещество) водных дисперсий полимеров (поливинилацетата, синтетических каучуков, акриловых полимеров и др.). Такие растворы имеют высокую адгезию к любым основаниям и низкую проницаемость для воды, нефтепродуктов и других жидкостей.

Гидрофобизированные растворы получают, вводя в состав растворной смеси кремнийорганические полимерные продукты.

По средней плотности различают растворы тяжелые, плотностью выше  $1500 \text{ кг/м}^3$ , изготовленные обычно на кварцевом песке, и легкие, со средней плотностью менее  $1500 \text{ кг/м}^3$ , изготовленные на пористых песках (перлитовом, керамзитовом, шунгизитовом и др.).

Состав растворов, так же как и бетонов, записывается:

- расходом материалов в килограммах на  $1 \text{ м}^3$  растворной смеси по массе или объему;
- в виде соотношения между компонентами по массе (или объему), причем масса (или объем) вяжущего принимается равной 1 части. Например, раствор состава 1 : 3 означает, что на 1 часть цемента приходится 3 части заполнителя по массе.

Заполнителем в растворе является песок (кварцевый, полевошпатовый) различного происхождения: речной, горный, овражный или искусственный, полученный при дроблении плотных и пористых горных пород, а также керамзитовый, термозитовый и другие легкие пески. В песке не должно быть крупных включений, например комьев глины. Требования к песку по загрязненности примерно те же, что и к песку для бетонов. По гранулометрическому составу они должны быть наибольшей плотности в целях экономии вяжущего вещества. В песке не должно быть зерен крупнее 10 мм, а количество зерен размерами 5... 10 мм ограничено. В низкомарочных растворах (М50 и ниже) допускается содержание до 20 % пылевидных частиц.

Для улучшения удобоукладываемости и увеличения водоудерживающей способности в растворы вводят пластифицирующие добавки органического происхождения, которые снижают расход воды на изготовление раствора, повышают его прочность и морозостойкость, уменьшают усадку и водопоглощение.

Неорганические дисперсные добавки (шлаки, золы, глины, диатомит и др.) также применяют для повышения водоудерживающей способности растворов, их можно отнести к твердым пластификаторам. Глина, применяемая в качестве пластифицирующей добавки, не должна содержать органических примесей. Для ускорения твердения растворов, особенно в холодное время года, добавляют ускорители твердения: хлористый кальций, хлористый натрий, поташ.

Марку растворов определяют по прочности на сжатие в возрасте 28 суток. По действующему ГОСТу установлены следующие марки строительных растворов: М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200. Растворы марок М4 и М10 изготавливают на воздушной и гидравлической извести и других низкомарочных вяжущих веществах. По морозостойкости установлены следующие марки строительных растворов: F10; F15; F25... F100.

Изготавливают растворы на специализированных или на механизированных заводах при объектных или передвижных установках. Технология изготовления включает в себя подготовку сырьевых ма-

териалов; их дозирование по массе или по объему; перемешивание компонентов в смесителях цикличного или непрерывного типа, гравитационного или принудительного перемешивания. Продолжительность перемешивания составляет не менее 1,5 мин, а при содержании в смеси высокодисперсных добавок — 3...4 мин. Транспортируют готовую растворную смесь в специальных автоцистернах и самосвалах. В последние годы все более широкое применение находят сухие смеси, которые перед употреблением смешивают с водой и специальными добавками.

Важной характеристикой растворных смесей служит *удобоукладываемость*, характеризующая способность растворной смеси равномерно укладываться по пористому основанию (кирпичу, пористому известняку, легкому и ячеистому бетону) тонким слоем. Раствор, имеющий необходимую удобоукладываемость, заполняет все неровности основания и обеспечивает сплошное сцепление со всей поверхностью. При недостаточной удобоукладываемости растворная смесь распределяется по поверхности неравномерно, не полностью сцепляется с ней.

Важным свойством раствора является *вязкость*. Он нее зависит способность раствора перемещаться (перекачиваться) к месту укладки по трубам, лоткам и другим устройствам. Оценивают условную вязкость (подвижность) растворных смесей с помощью стандартного металлического конуса (рис. 1.1). Перед определением конус опускают до поверхности раствора, находящегося в сосуде, затем нажимают на кнопку, при этом конус погружается в растворную смесь. Глубину его погружения определяют по циферблату. Чем больше глубина погружения конуса, тем большей подвижностью обладает растворная смесь. Подвижность смеси зависит от количества воды затворения, состава и свойств компонентов раствора. Для повышения подвижности в растворные смеси вводят пластифицирующие минеральные добавки и поверхностно-активные вещества (ПАВ). Добавка ПАВ позволяет получить требуемую подвижность растворной смеси при меньшем расходе воды и цемента, т.е. получить раствор большей прочности или экономию цемента. В зависимости от производственного назначения применяют растворы с определенной подвижностью. Например, строительные растворы для подготовительно-

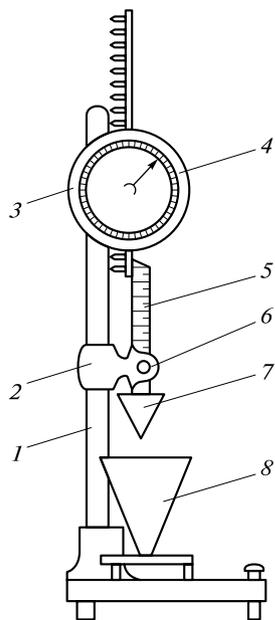


Рис. 1.1. Прибор для определения подвижности растворной смеси:

1 — штатив; 2 и 3 — держатели; 4 — циферблат; 5 — скользящий стержень; 6 — пружинная кнопка; 7 — конус; 8 — сосуд для растворной смеси

го слоя при механизированном нанесении составляет 6... 10 см, а при ручном — 8... 12 см. В песке не должно быть частиц крупнее 2,5 мм. Для отделочного слоя подвижность растворов составляет 8... 12 см, наибольшая крупность зерен в песке должна быть не более 1,25 мм.

Растворы должны обладать способностью удерживать воду при укладке их на пористое основание, чтобы обеспечить качественные условия твердения раствора и хорошее сцепление с основанием. Водоудерживающую способность раствора увеличивают введением в растворную смесь порошкообразных (зол, глины) или органических веществ — ПАВ.

К отвердевшему раствору предъявляются требования по прочности, деформативным свойствам, морозостойкости и другим свойствам в зависимости от условий эксплуатации.

Вода для затворения растворных смесей должна быть проверена на соответствие требованиям ГОСТ 23732—79. Вода из системы питьевого водоснабжения может применяться без предварительной проверки.

**Растворы с химическими добавками.** Для регулирования технологических свойств растворных смесей и эксплуатационных характеристик растворов в их состав вводят химические добавки:

- пластифицирующие, уменьшающие водосодержание и, как правило, улучшающие их водоудерживающую способность и понижающие расслаиваемость. Растворы с такими добавками имеют повышенную прочность и морозостойкость;
- ускоряющие твердение растворов;
- улучшающие сцепление раствора с основанием;
- предотвращающие замерзание растворных смесей до затвердевания;
- придающие растворам специальные свойства — гидрофобизирующие, окрашивающие, повышающие водонепроницаемость, морозостойкость, кислотостойкость и др.

*С-3* — пластифицирующая добавка, относящаяся к классу суперпластификаторов. Представляет собой смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы. Повышает подвижность смеси в 7 раз (до 20 см, по осадке конуса), снижает водопотребность смеси на 20... 25 %.

*Реламикс* — пластифицирующая добавка с эффектом ускорения набора прочности. Является комплексным продуктом, состоящим из смеси натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот с добавлением комплекса, ускоряющего набор прочности. Позволяет получить отпускную прочность бетонного изделия на вторые сутки.

*Динамикс* — пластифицирующая добавка с эффектом замедления схватывания. Является комплексным продуктом, состоящим из смеси натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот с добавлением комплекса на основе лигносульфонатов, замедляющего схватывание. Дает замедление схватывания до 2... 2,5 ч.

*Дефомикс* — пластифицирующая добавка с эффектом подавления воздуха в бетонной смеси. Является комплексным продуктом, состоящим из смеси натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот с добавлением воздухоподавляющего компонента. Относится к пластификаторам 1-й группы, по пластическим свойствам уступает добавке С-3. Применяется для производства бетона, где требуется высокое качество текстуры поверхности.

*С-3М-15* и *С-3Р2а* — пластифицирующие добавки с противоморозным эффектом. Используются для строительства в условиях низких температур окружающего воздуха.

*ПФМ-НЛК* — полифункциональный модификатор бетона. Применяется для бетона, эксплуатируемого в агрессивных условиях внешней среды (частые промерзания-оттаивания, переменный уровень воды, вечная мерзлота и т. д.).

*Полипласт СП-3* — добавка на основе нафталинсульфонатов. Добавка по действию схожа с С-3, но более дешевая. Разработано большое количество разнообразных комплексных добавок, позволяющих осуществлять действенное управление свойствами и технологией приготовления растворов.

**Декоративные растворы.** Они применяются в качестве штукатурок и для настилки полов, в качестве замены отделки природным камнем и для создания художественно-декоративного эффекта на отделываемой поверхности. Декоративные штукатурки на основе портландцемента, пигментов и различных декоративных заполнителей из-за большой трудоемкости также находят ограниченное применение.

Как правило, применяют готовые сухие смеси. В качестве вяжущего используется белый или цветной портландцемент. Заполнителем служит чистый кварцевый песок и каменная крошка из декоративных горных пород. Пигменты, используемые для этих целей, — в основном природные земляные, отличающиеся щелочестойкостью и высокой атмосферостойкостью.

*Террацовые штукатурки* получают из рассмотренных смесей путем специальной обработки затвердевшей поверхности пескоструйным методом, металлическими щетками или ударным инструментом (выбор типа обработки зависит от желаемой фактуры и вида применяемого раствора). Вместо механической обработки возможна обработка поверхности штукатурки 10%-ным раствором соляной кислоты с последующей промывкой водой. Кислота разрушает поверхностный слой отвердевшего цемента, обнажая поверхность заполнителя.

Составы с заполнителем из кварцевого песка имитируют природный песчаник, вновь приобретающий популярность в строительстве в последние годы. Составы с мраморной или гранитной крошкой имитируют соответственно мрамор и гранит. При правильно подобранном цвете вяжущего создается эффект монолитного камня.

*Штукатурка сграффито* (от *итал.* sgraffito — «выцарапывать») — особый вид декоративно-художественной штукатурки.

При оштукатуривании поверхности этим способом наносят два или три накрывочных слоя различного цвета. Затем частично срезают («выцарапывают») верхний слой (или слои), создавая рельефный красочный рисунок.

Декоративные растворы могут быть предназначены для заводской отделки лицевых поверхностей наружных стеновых панелей и крупных блоков, отделки фасадов зданий различного назначения и внутренней отделки культурно-бытовых и других общественных зданий. Вяжущим веществом в декоративных растворах являются белый, цветные и обычные портландцементы, для внутренней отделки преимущественно используют в качестве вяжущего вещества известь и гипс. Для декоративных растворов используют промытые кварцевые пески и крошку, получаемую при дроблении гранита, мрамора, сланцев, керамзита, угля и пластмасс; в небольшом количестве добавляют в растворы слюду, вермикулит, дробленое стекло. Красители для цветных растворов должны быть свето- и щелочестойкими, природного или искусственного происхождения: охра, сурик железный, мумия, оксид хрома и др. Для декоративной отделки наружных железобетонных стен применяют растворы марок не ниже М150, для отделки панелей из легких бетонов — марок не ниже М50. Марка морозостойкости декоративных растворов для наружной отделки должна быть не менее F35, а их водопоглощение — не более 8% по массе.

**Растворы для оштукатуривания под роспись фреской.** *Фреской* называется роспись водными красками по свеженанесенной сырой известковой штукатурке. Для того чтобы роспись была долговечной, штукатурный слой должен быть пористым. Это способствует лучшему сцеплению с ним окрасочного слоя, а также проникновению в него влаги и углекислого газа, необходимых для твердения раствора. Известь применяют только 1-го сорта в виде теста, выдержанного в течение длительного времени. Заполнителем служит чистый, хорошо промытый песок.

**Теплоизоляционные растворы.** Их получают, используя в качестве заполнителя пористые материалы (вспученный перлит, керамзитовый песок, опилки и т. п.). Составы и способы их приготовления не отличаются от составов и способов приготовления растворов с песчаным заполнителем.

**Акустические растворы.** Растворы для звукопоглощающей штукатурки имеют большое количество открытых сообщающихся пор. В качестве заполнителей применяют пески из пористых материалов: пемзы, керамзита, туфов и др. Вяжущее вещество выбирают в зависимости от относительной влажности воздуха помещений, прочности, средней плотности и других требований, предъявленных к акустическим растворам. Для этого применяют легкие растворы плотностью 600...1200 кг/м<sup>3</sup>, заполнителем в которых служат пористые пески крупностью 3...5 мм, получаемые из пемзы, шлаков, вспученного перлита, керамзита и др. Так, например, производят сухие гипсопер-

литовые смеси для устройства теплоизоляционных и акустических штукатурок. В состав таких смесей входят песок из вспученного перлита, гипс и замедлитель схватывания.

Огнезащитные растворы имеют состав, аналогичный акустическим и теплоизоляционным растворам, но с добавлением асбеста или минеральной ваты на гипсовом связующем.

### 1.3. Штукатурные смеси

*Штукатуркой* называется отделочный слой на поверхности различных конструктивных элементов зданий (стен, перегородок, перекрытий и др.), выравнивающий эти поверхности или придающий им определенную форму и фактуру.

Штукатурка имеет санитарно-техническое, защитно-конструктивное и декоративное назначение. С помощью штукатурки получают ровные и гладкие поверхности, подготовленные под окраску и облицовку. Штукатурка защищает от воздействия влаги и химических веществ, повышает сопротивление теплоотдаче, уменьшает звукопроводность, повышает противопожарные свойства. Существуют штукатурки специального назначения: акустические, гидроизоляционные и др.

Штукатурка может быть наносимая в пластичном состоянии и сухая штукатурка — облицовка отдельными листами (см. гл. 3).

По качеству различают простую, улучшенную и высококачественную штукатурку. Простая не требует тщательной обработки поверхности. Улучшенную выполняют в жилых и общественных зданиях, а высококачественную выполняют в зданиях, к отделке которых предъявляются повышенные требования: театрах, музеях, выставочных залах и т. п. Поверхности стен и потолков должны представлять строго горизонтальные и вертикальные плоскости (табл. 1.2).

Таблица 1.2

#### Допустимые отклонения поверхностей по качеству в зависимости от разновидности штукатурки

Отклонения	Разновидность штукатурки		
	Простая	Улучшенная	Высококачественная
Неровности поверхности (обнаруживаются при накладывании правила или шаблона длиной 2 м)	Не более трех неровностей глубиной или высотой до 5 мм	Не более двух неровностей до 3 мм	Глубиной или высотой до 2 мм

Отклонения	Разновидность штукатурки		
	Простая	Улучшенная	Высококачественная
Отклонение поверхности:			
от вертикали	15 мм на высоту помещения	2 мм на 1 м высоты, но не более 10 мм на всю высоту помещения	1 мм на 1 м высоты, но не более 5 мм на всю высоту помещения
от горизонтали	15 мм на все помещение	2 мм на 1 м длины, но не более 10 мм на всю длину помещения или его часть, ограниченную прогонами, балками и т. п.	1 мм на 1 м длины, но не более 7 мм на всю длину помещения или его часть, ограниченную прогонами, балками и т. п.
Отклонения лузг, усенков, оконных и дверных откосов, пилястр, столбов от вертикали и горизонтали	10 мм на весь элемент	2 мм на 1 м высоты или длины, но не более 5 мм на весь элемент	1 мм на 1 м высоты или длины, но не более 3 мм на весь элемент
Отклонения радиуса криволинейных поверхностей от проектной величины (проверяют лекалом)	10 мм	7 мм	5 мм
Отклонения ширины оштукатуренного откоса от проектной	Не проверяются	3 мм	2 мм
Отклонения тяг от прямой линии в пределах между углами пересечения тяг и раскреповок	6 мм	3 мм	2 мм

Выступающие карнизы, пояски, места сопряжений деревянных частей зданий с каменными, кирпичными и бетонными конструкциями, а также другие поверхности в случае необходимости нанесения на них штукатурного намета общей толщиной более 20 мм должны до оштукатуривания покрываться металлической сеткой с размерами ячеек  $10 \times 10$  мм или плетением из проволоки с ячейками не крупнее  $40 \times 40$  мм, а также специальными штукатурными стеклотканевыми сетками.

Для крепления сетки могут устраиваться каркасы из стали диаметром 5...8 мм. Каркас представляет собой арматуру, заделываемую или укрепляемую в конструкциях.

Применяют армирующие материалы, придающие лучшее сцепление с поверхностью и стойкость к появлению трещин. Обычно это различные сетки.

Сетки могут производиться из стеклянных нитей (стеклохолст), переплетенных определенным образом.

Стеклотканевые армирующие сетки предназначены, прежде всего, для защиты поверхности от появления трещин. Их можно применять как внутри помещений, так и снаружи. В частности, они просто незаменимы в системах внешнего утепления.

*Серпянка* (маярная сетка) производится из лавсана плотностью  $50 \text{ г/м}^2$ . Она принимает на себя и все нагрузки, возникающие вследствие усадки, механических воздействий.

*Рединка* внешне очень похожа на серпянку, но изготавливается из полипропилена. Рединка отличается от серпянки меньшей толщиной (плотность  $25 \text{ г/м}^2$ ), она предназначена для работы в тонком слое шпатлевки (до 1 мм).

### **Контрольные вопросы**

1. Что вы знаете о воздушных и гидравлических вяжущих материалах?
2. Как определяют марку портландцемента?
3. Что представляет собой жидкое стекло?
4. Что называют строительными растворами?
5. Что такое удобоукладываемость?
6. Какие виды декоративных растворов вы знаете?
7. Каково назначение штукатурки?
8. Какие виды штукатурок вы знаете?