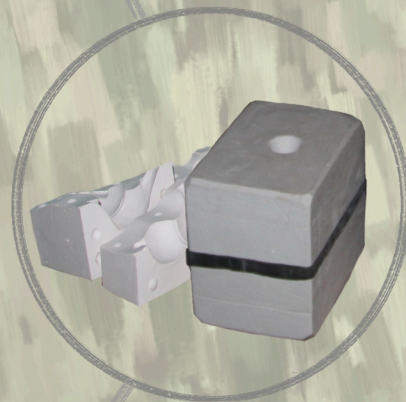
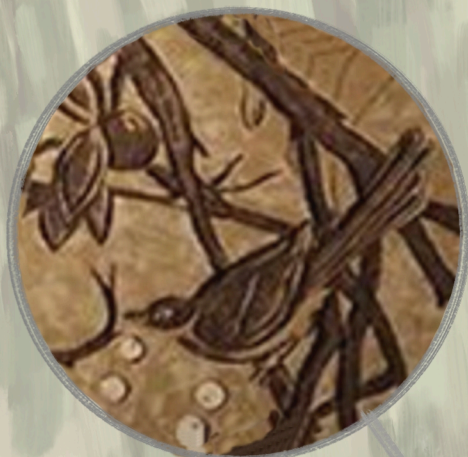


Л.А. Виноградова

Технология получения гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ

Учебное пособие



Иваново 2018

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Ивановский государственный химико-технологический университет

Л.А. Виноградова

Технология получения гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ

Учебное пособие

Иваново 2018

УДК 666.9:745.5 (07)

ББК 35.45-308:30.18я7

Виноградова, Л.А.

Технология получения гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ: учеб. пособие / Л.А. Виноградова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 64 с.

В учебном пособии подробно раскрыты теоретические основы вяжущих веществ, детально описаны различные технологии изготовления моделей, гипсовых форм, сграффито, декоративной штукатурки и искусственного мрамора с рассмотрением их особенностей, возможных материалов и составов.

Предназначено студентам 3 и 4 курсов дневного отделения по направлению «Технология художественной обработки материалов», а также по направлениям «Химическая технология» (профиль «Технология керамики и стекла»), «Материаловедение и технологии материалов». Кроме того, пособие может быть полезно инженерно-техническим работникам, преподавателям, обучающимся, профессиональные интересы которых связаны с такой производственной сферой, как строительство, архитектура, дизайн и декор.

Табл. 11. Ил. 20. Библиогр.: 23 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

кандидат химических наук Т.В. Кусова
(ФГБУН «Института химии растворов РАН им. Г.А. Крестова»);

заместитель руководителя цеха производства силикатных строительных материалов и извести ООО «ИвСтройМатериалы» К.Ф. Майорова

ISBN 978-5-9616-0542-6

© Виноградова Л.А., 2018

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, СОСТАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА	7
2. ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА.....	9
2.1. Краткие сведения о гипсовых вяжущих	9
2.2. Исследование строительно-технических свойств гипсовых вяжущих	10
2.2.1. Определение нормальной плотности гипсового теста	11
2.2.2. Определение сроков схватывания гипсового вяжущего вещества	13
2.2.3. Определение пределов прочности и марки гипсового вяжущего ...	15
2.3. Вопросы для самоконтроля.....	18
3. МОДЕЛИ И ГИПСОВЫЕ ФОРМЫ.....	19
3.1. Краткие сведения о моделях и гипсовых формах	19
3.2. Технология получения моделей и гипсовых форм	21
3.2.1. Изготовление модели.....	22
3.2.2. Изготовление гипсовой формы для плоского рельефа.....	23
3.2.3. Изготовление гипсовой формы для объемного изделия.....	24
3.3. Вопросы для самоконтроля.....	25
4. ИЗВЕСТКОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА.....	26
4.1. Краткие сведения об известковых вяжущих	26
4.2. Исследование химических свойств известковых вяжущих веществ ..	28
4.2.1. Определение скорости гашения извести	28
4.2.2. Определение активности кальциевой извести.....	30
4.2.3. Определение содержания непогасившихся зерен	31
4.3. Вопросы для самоконтроля.....	31
5. ЖИВОПИСЬ СГРАФФИТО	32
5.1. Краткие сведения о сграффито	32
5.2. Технология получения живописи сграффито	34
5.2.1. Изготовление истинного сграффито	34
5.2.2. Изготовление сграффито трафаретным способом.....	36
5.3. Вопросы для самоконтроля.....	37
6. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ	38
6.1. Краткие сведения о портландцементе	38
6.2. Исследование строительно-технических свойств портландцемента ..	39
6.2.1. Определение нормальной плотности цементного теста.....	40
6.2.2. Определение сроков схватывания цемента.....	41

6.2.3. <i>Определение прочностных свойств цемента</i>	43
6.3. Вопросы для самоконтроля.....	46
7. ДЕКОРАТИВНАЯ ШТУКАТУРКА.....	47
7.1. Краткие сведения о декоративной штукатурке	47
7.2. Технология получения декоративной штукатурки	49
7.2.1. <i>Изготовление объемной штукатурки</i>	50
7.2.2. <i>Изготовление фактурной штукатурки</i>	52
7.3. Вопросы для самоконтроля.....	53
8. ИСКУССТВЕННЫЙ МРАМОР	54
8.1. Краткие сведения об искусственном мраморе.....	54
8.2. Технология получения искусственного мрамора.....	55
8.2.1. <i>Изготовление оселкового мрамора</i>	56
8.2.2. <i>Изготовление утюжного мрамора</i>	57
8.2.3. <i>Изготовление литьевого мрамора</i>	59
8.3. Вопросы для самоконтроля.....	61
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	62

*Художник только потому и художник,
что он видит предметы не так, как он
хочет видеть, а так, как они есть.*

Лев Н. Толстой

ВВЕДЕНИЕ

Для улучшения художественных характеристик современной архитектуры и дизайна любых помещений, а также развития творческой инициативы используют многообразные декоративно-художественные изделия на основе вяжущих веществ. В связи с этим художник-технолог и дизайнер должны уметь хорошо разбираться во взаимосвязи физико-механических свойств вяжущих и технологии получения различных декоративных материалов на их основе. Он должен владеть знаниями в области технологии декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ, иметь представления о рациональном выборе и проведении процесса конструирования, связанного с их изготовлением.

При написании учебного пособия автор ставил своей целью изучение строительно-технических и химических свойств вяжущих веществ и постижение обучающимися методики изготовления гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих материалов.

Для составления представлений по основным разделам технологии получения декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ и их свойств возникла необходимость в разработке учебного пособия, способствующего грамотному применению и использованию полученных сведений на практике. Более подробное освещение данных вопросов и художественного материаловедения вяжущих веществ приведено в учебном пособии Виноградовой Л.А. «Художественное материаловедение вяжущих веществ и технология изготовления декоративно-отделочных материалов на их основе».

Новизна данного пособия заключается в детальном раскрытии вопросов технологии и методов изготовления гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ для наиболее эффективного использования в декоре.

Уникальность данного пособия в том, что оно сочетает в себе краткие сведения о вяжущих веществах и декоративно-художественных материалах и изделиях на их основе с технологией изготовления последних, а также подроб-

ное описание методики получения гипсовых форм и техник нанесения сграффито и декоративных изделий. Еще одной особенностью является детальная проработка творческих работ, а также способность оценить художественную совместимость различных материалов в составе декоративных изделий. Кроме того, в учебном пособии гармонично скомбинирован лабораторный практикум с творческими работами, что позволяет развить навыки самостоятельной работы обучающихся.

Благодаря подробному раскрытию в пособии основных сведений о технологии получения гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих веществ у обучающегося сформируются необходимые знания, и в дальнейшем эти навыки он сможет развить и эффективно применить на практике в своей самостоятельной деятельности по созданию художественных материалов и изделий.

Автор выражает глубокую признательность Виноградову Дмитрию Геннадьевичу за огромную поддержку и помощь в работе и оформлении рукописи данного учебного пособия к изданию.

*Художник должен чувствовать вечность
и в то же время быть современным.*

Михаил М. Пришвин

1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ, СОСТАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ОТЧЕТА

Перед началом занятий преподаватель проводит общий инструктаж по технике безопасности проведения лабораторных и творческих работ. Обучающиеся, получившие инструктаж, должны расписаться в специальном журнале. После этого они допускаются к проведению лабораторных и творческих работ, при этом обязуются выполнять следующие правила:

- перед началом занятий ознакомиться с заданием, применяемым оборудованием, инструментом и материалами;
- немедленно сообщить преподавателю или лаборанту о замеченных неисправностях и нарушениях правил техники безопасности;
- не трогать, не включать без разрешения преподавателя или лаборанта рубильники, пускатели и другие электрические приборы и оборудование;
- при выполнении работ использовать защитную рабочую одежду (халаты, фартуки), имеющиеся в лаборатории;
- выполнять в лаборатории только ту работу, которая поручена, не загромождать свое рабочее место оборудованием и материалами, не относящимися к выполняемой работе;
- при выполнении работы всю посуду и инструменты мыть в специальной емкости;
- **категорически нельзя сливать** остатки после затворения вяжущего в раковину **и** в ней **мыть** используемые в работе инструменты;
- запрещается оставаться в лаборатории одному, обязательное присутствие второго лица необходимо для оказания помощи при несчастном случае, пожаре и т.п.;
- если произошел несчастный случай, немедленно сообщить об этом преподавателю или лаборанту для оказания помощи и составления акта.

Перед выполнением лабораторной и творческой работы обучающимся необходимо пройти собеседование по теоретическим и методическим вопросам, которые они изучают самостоятельно.

Перед проведением работ преподаватель назначает дежурных студентов, которые несут ответственность за сохранение и исправность приборов,

оборудования и инструментов. По окончании каждая подгруппа обязана привести в порядок свое рабочее место и сдать дежурным, которые должны передать лаборанту приведенную в порядок лабораторию.

После выполнения лабораторной и творческой работы каждый обучающийся индивидуально должен подготовить отчет в рабочей тетради или в электронном виде, выложенном в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС) университета на страницу соответствующей дисциплины. В творческих работах должны находиться фотографии всех этапов изготовления гипсовых форм и декоративно-художественных изделий.

Отчет должен содержать:

- название и цель работы;
- теоретическое введение – краткие общие теоретические сведения об исследуемом материале и его свойствах или о технологии получения гипсовых форм и декоративно-художественных изделий на основе вяжущих;
- выполнение работы – описание хода или этапов работы, используемых приборов и оборудования и методик испытаний;
- для исследовательских работ результаты исследований в виде сводных таблиц, расчета формул и графических зависимостей;
- для творческих работ с приложением эскиза, а иногда и модели, фотоотчета к каждой стадии процесса выполнения;
- анализ результатов работы с общими выводами и рекомендациями;
- список литературы.

Защита лабораторных и творческих работ предусматривается только в том случае, когда обучающийся сдал отчет не вовремя без уважительной причины, т.е. позднее следующего занятия.

2. ГИПСОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Широкое применение гипсовые вяжущие находят благодаря быстрому схватыванию, твердению и приобретению за короткий срок достаточно высокой прочности.

Гипсовые вяжущие вещества представляют собой тонкоизмельченные продукты частичной или полной дегидратации дигидрата сульфата кальция, способные при затворении водой вследствие протекания обратной реакции гидратации схватываться, твердеть и превращаются в прочный камень в воздушно-сухой среде (при относительной влажности воздуха не более 60 %).

2.1. Краткие сведения о гипсовых вяжущих

Наиболее широко используемым и массово производимым низкообжиговым вяжущим является строительный гипс. Он представляет собой воздушное вяжущее вещество, получаемое путем термической обработки природного или техногенного двухводного гипса при 120–180 °С с последующим измельчением в тонкий порошок.

Гипсовые вяжущие вещества в соответствии с ГОСТ 125–79 имеют следующие важнейшие технические свойства: нормальная густота, сроки схватывания и показатели прочности.

Нормальная густота гипсового вяжущего – стандартная консистенция гипсового теста, получаемого при затворении вяжущего водой, которая характеризуется диаметром расплыва теста 180 ± 5 мм при испытании на вискозиметре Суттарда. Она выражается величиной *водогипсового отношения* в процентах или долях единицы, т.е. отношения количества воды к массе гипсового вяжущего.

Сроки схватывания соответствуют времени от момента затворения гипсового вяжущего водой до начала и конца схватывания, определяемые с помощью прибора Вика. *Начало схватывания* – это промежуток времени от момента затворения вяжущего водой до момента, когда свободно опущенная игла прибора Вика после погружения в гипсовое тесто не доходит до дна на 1–1,5 мм. *Конец схватывания* – время от момента затворения вяжущего водой до момента, когда свободно опущенная игла погружается в тесто на глубину не более 1 мм.

Согласно ГОСТ 125–79 в зависимости от сроков схватывания гипсовые вяжущие делятся на 3 группы: быстротвердеющие, нормальнотвердеющие и

медленнотвердеющие (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Сроки схватывания гипсовых вяжущих веществ

Вид вяжущего	Индекс сроков твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало, не ранее	конец, не позднее
Быстротвердеющий	А	2	15
Нормальнотвердеющий	Б	6	30
Медленнотвердеющий	В	20	Не нормируется

Главным показателем затвердевшего вяжущего является *механическая прочность* – это способность материала сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, вызванных внешними силами или другими факторами. Прочность затвердевшего гипсового вяжущего определяется по результатам испытаний стандартных образцов–балочек 40×40×160 мм, изготовленных из гипсового теста нормальной густоты, на изгиб и сжатие через 2 ч после формования. В табл. 2.2 приведены показатели предела прочности, а также марки гипсовых вяжущих, которые определяются по пределу прочности на сжатие в возрасте 2 ч, выраженному в МПа.

Таблица 2.2

Прочность гипсового вяжущего

Марка вяжущего	Предел прочности, МПа (кгс/см ²), не менее		Марка вяжущего	Предел прочности, МПа (кгс/см ²), не менее	
	при сжатии	при изгибе		при сжатии	при изгибе
Г–2	2,0 (20)	1,2 (12)	Г–10	10,0 (100)	4,5 (45)
Г–3	3,0 (30)	1,8 (18)	Г–13	13,0 (130)	5,5 (55)
Г–4	4,0 (40)	2,0 (20)	Г–16	16,0 (160)	6,0 (60)
Г–5	5,0 (50)	2,5 (25)	Г–19	19,0 (190)	6,5 (65)
Г–6	6,0 (60)	3,0 (30)	Г–22	22,0 (220)	7,0 (70)
Г–7	7,0 (70)	3,5 (35)	Г–25	25,0 (250)	8,0 (80)

2.2. Исследование строительно-технических свойств гипсовых вяжущих

Изучение строительно-технических свойств гипсовых вяжущих веществ производят по методикам ГОСТ 23789–79.

Цель работы: закрепление теоретических знаний и освоение стандартных методик определения строительно-технических свойств гипсовых вяжущих на примере строительного гипса, а также приобретение навыков самостоятельной работы с материалами.

Группу обучающихся делят на две подгруппы, которые проводят следующие испытания по определению:

- 1) нормальной плотности гипсового теста;
- 2) сроков схватывания гипсового теста;
- 3) пределов прочности на изгиб и сжатие, по которому устанавливают марку гипса.

Требуемые материалы и приборы:

- строительный гипс;
- вода;
- весы технические или электронные с погрешностью не более 1 г;
- чаша затворения;
- лопатка;
- мерный стеклянный цилиндр емкостью 250 мл;
- металлическая линейка;
- форма для балочек 40×40×160 мм;
- вискозиметр Суттарда;
- прибор Вика;
- пластинки для передачи нагрузки;
- испытательная машина МИИ-100;
- гидравлический пресс.

2.2.1. Определение нормальной плотности гипсового теста

Количественно нормальную плотность гипсового теста измеряют диаметром расплыва теста, вытекающего из металлического цилиндра при его поднятии на вискозиметре Суттарда (рис. 2.1, а).

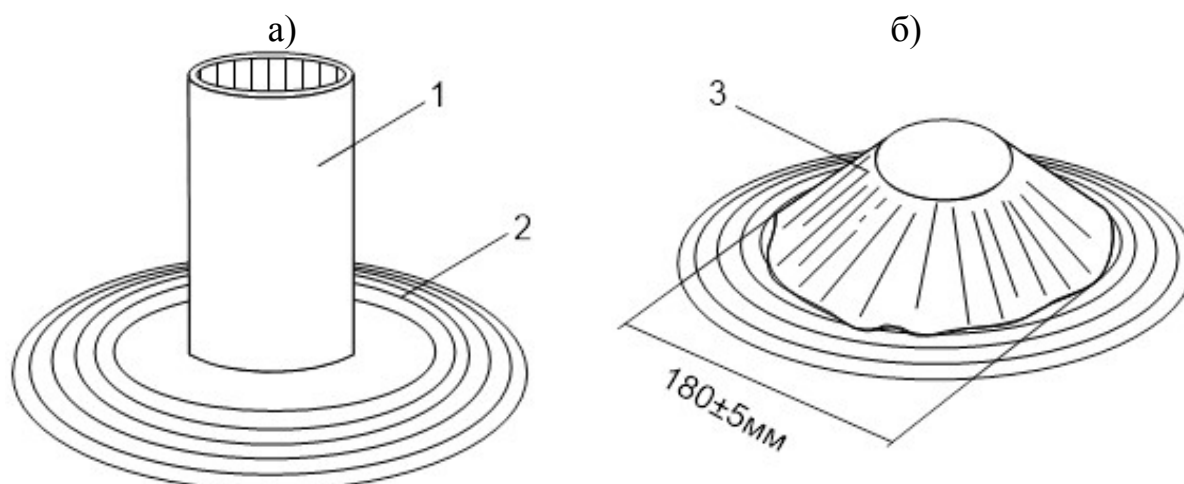


Рис. 2.1. Вискозиметр Суттарда: 1 – металлический цилиндр; 2 – стеклянный диск-подставка с концентрическими окружностями; 3 – расплыв гипсового теста нормальной плотности

Вискозиметр Суттарда (рис. 2.1, а) представляет собой медный или латунный цилиндр l высотой $100 \pm 0,1$ мм и внутренним диаметром $50 \pm 0,1$ мм и стеклянного диска-подставки 2 с равномерно нанесенными на него концентри-

ческими окружностями диаметром 150–220 мм через 10 мм и диаметром 170–190 мм через 5 мм. Полый металлический цилиндр устанавливают в центре окружностей стеклянного диска-подставки.

Перед проведением работы подготавливают вискозиметр Суттарда, т. е. протирается увлажненной тканью внутренняя поверхность цилиндра и поверхность диска-подставки. Затем устанавливают цилиндр строго в центр нанесенных окружностей.

Диаметр расплыва гипсового теста нормальной густоты при испытании на вискозиметре Суттарда должен быть равен 180 ± 5 мм (рис. 2.1, б).

На технических или электронных весах взвешивают навеску гипсового вяжущего массой 300 г. С помощью мерного цилиндра отмеряют 140–180 мл воды, что составляет 40–60 % от массы исходной навески гипсового вяжущего.

В чистую чашу для приготовления гипсового теста вливают необходимое количество воды и за 2–5 с высыпают навеску гипса (но не наоборот). Массу интенсивно перемешивают в течение 30 с, начиная с момента присыпания гипсового вяжущего к воде, до получения однородной консистенции теста без комочков.

После окончания перемешивания цилиндр быстро заполняют гипсовым тестом, излишки которого выравнивают и удаляют ножом. Через 15 с после окончания перемешивания гипсового теста (или 45 с с момента присыпания гипса в воду) цилиндр очень быстро поднимают строго вертикально вверх, при этом гипсовое тесто расплывается на стекле в конусообразную лепешку (рис. 2.1, б), диаметр которой и характеризует консистенцию теста.

Диаметр полученной лепешки гипсового теста z измеряют непосредственно после поднятия цилиндра линейкой в двух взаимно-перпендикулярных направлениях с погрешностью не более 5 мм и вычисляют среднеарифметическое значение. Если полученное значение не соответствует 180 ± 5 мм, эксперимент повторяют при изменении количества воды, при этом результаты испытания заносят в табл. 2.3.

Нормальную густоту гипсового теста рассчитывают по формуле:

$$\text{НГ} = \frac{V_{\text{воды}} \cdot 100}{M_{\text{гв}}},$$

где НГ – нормальная густота, %; $V_{\text{воды}}$ – количество воды затворения гипсового вяжущего при расплыве теста, мл; $M_{\text{гв}}$ – масса навески гипсового вяжущего, г.

Нормальная густота гипсового теста

Показатели	Номер опыта		
	1	2	3
Масса гипса, г			
Количество воды, мл			
Диаметр расплыва, мм			
Нормальная густота, %			

На основе полученного гипсового теста нормальной густоты проводят все последующие испытания.

2.2.2. Определение сроков схватывания гипсового вяжущего вещества

Согласно ГОСТ 23769–79 определение срока схватывания гипсовых вяжущих производят на приборе Вика (рис. 2.2).

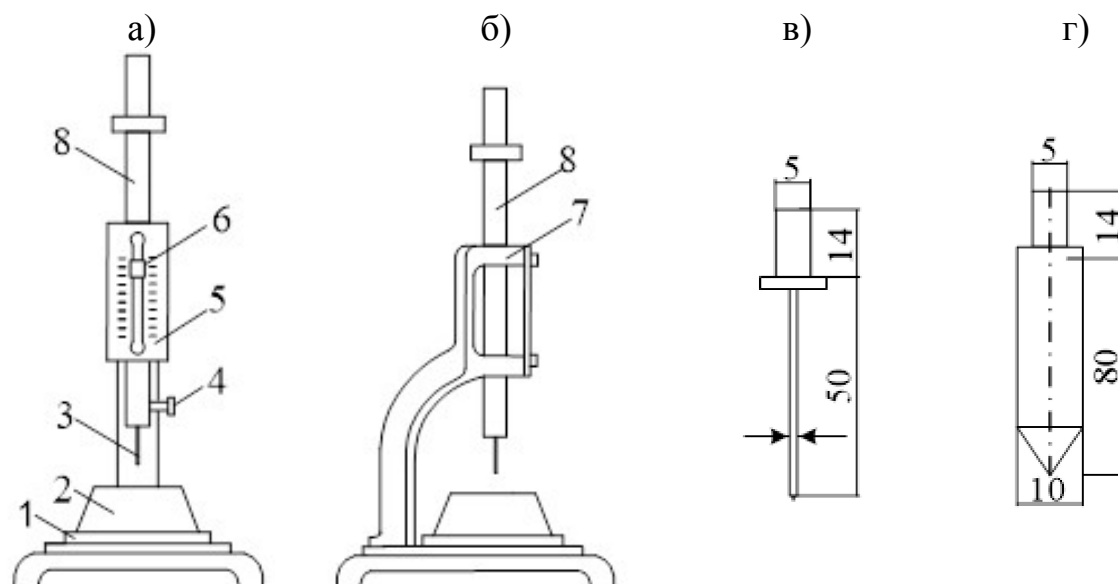


Рис. 2.2. Прибор Вика: а – вид спереди; б – вид сбоку; в – общий вид стальной иглы; г – общий вид пуансона; 1 – металлическая пластина; 2 – кольцо; 3 – стальная игла; 4 – зажимной винт; 5 – шкала с делениями; 6 – указательная стрелка; 7 – станина; 8 – подвижный металлический стержень

Прибор Вика (рис. 2.2, а) состоит из конического кольца 2 на металлической пластине 1 и подвижного стержня 8 с указательной стрелкой 6. В стержень вставлена стальная игла 3 и весь этот механизм при освобождении стопорного устройства или зажимного винта 4 свободно перемещается вертикально вниз или вверх. На шкале 5, укрепленной на станине 7 (рис. 2.2, б), указаны деления от 0 до 40 мм.

Перед началом проведения испытаний проверяют свободное движение стержня и нулевое положение подвижной части, т.е. положение указательной стрелки в положении упора иглы в металлическую пластину, а также обязательно смазывают кольцо и пластину тонким слоем машинного масла.

Для выполнения испытаний готовят тесто нормальной густоты на основе 200 г гипсового вяжущего и воды, количество которой определили в п. 2.2.1 и пересчитанное на 200 г гипса. Его всыпают в воду в течение 2–5 с, одновременно включая секундомер, и перемешивают 30 с до однородного состава. Гипсовое тесто выливают в кольцо 2 прибора Вика, помещённое на пластину 1, и встряхивают, постукивая о поверхность основания прибора, 4–5 раз для удаления вовлеченного воздуха. При этом избыток теста срезают ножом и выравнивают поверхность.

Кольцо на пластине устанавливают по центру под иглой 3, приводят ее в соприкосновение с поверхностью теста и закрепляют подвижный стержень зажимным винтом. После этого быстро освобождают стержень с иглой, которая свободно погружается в гипсовое тесто, таким образом проводят замеры сначала через каждые 30 с, а после 1,5 мин с момента затворения гипса через каждые 10–20 с. Обязательно после каждого погружения иглу вытирают и поворачивают кольцо так, чтобы она каждый раз попадала при опускании в новое место на поверхности теста.

В момент, когда игла не доходит до дна пластины на 1 мм, фиксируют и записывают в табл. 2.4 время, которое прошло от начала присыпания гипса к воде, являющееся началом схватывания. При этом данные замеры необходимо проверить два раза, т.е. иглу опустить в двух разных точках на поверхности теста. При установлении начала схватывания гипсового вяжущего секундомер не выключают.

Следующий момент фиксируют, когда игла входит в тесто на 1 мм в двух разных точках поверхности, что является концом схватывания, также осуществляют запись в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Сроки схватывания гипсового вяжущего

Сроки схватывания	Время, мин–с	Вид и индекс по срокам схватывания
Начало схватывания		
Конец схватывания		

На основе табл. 2.1 определяют и записывают вид и индекс гипсового вяжущего по срокам схватывания.

2.2.3. Определение пределов прочности и марки гипсового вяжущего

В лабораторных условиях прочность гипсовых вяжущих определяют испытанием образцов-балочек размером $40 \times 40 \times 160$ мм, изготовленных на основе теста нормальной густоты, на изгиб и сжатие в возрасте 2 ч.

Для приготовления образцов-балочек берут навеску гипса, равную 1 кг, и в течение 10–15 с засыпают в сферическую металлическую чашу (рис. 2.3, а) с водой в количестве согласно нормальной густоте гипсового теста. Затем интенсивно и тщательно перемешивают лопаткой (рис. 2.3, б) в течение 30–35 с до получения однородной массы.

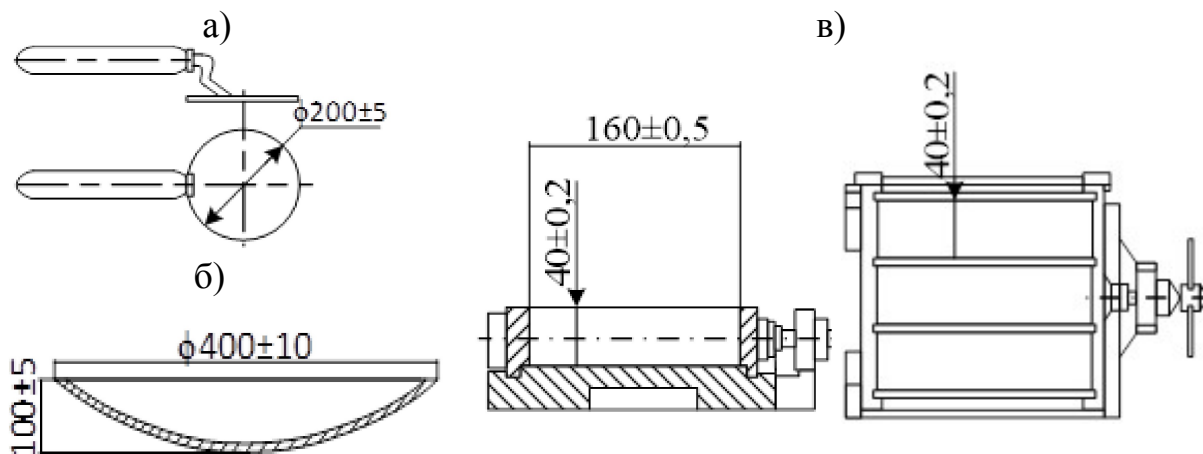


Рис. 2.3. Оборудование для получения гипсового теста и изготовления образцов-балочек: а – сферическая металлическая чаша затворения; б – лопатка затворения; в – трехгнездовая форма

Приготовленное гипсовое тесто сразу заливают в металлические формы (рис. 2.3, в), предварительно слегка смазанные машинным маслом. Все отсеки формы заполняют одновременно, вливая в них гипс равномерно.

Вовлеченный воздух после заливки удаляют резким встряхиванием формы, для чего ею постукивают 4–5 раз о стол. Излишки теста срезают ножом, тем самым сглаживая поверхность образцов. Через 15 ± 5 мин после конца схватывания образцы извлекают из формы, разбирая ее, маркируют и хранят в воздушно-сухих условиях. Спустя 2 ч с момента присыпания гипса к воде затвердевшие образцы-балочки испытывают сначала на прочность при изгибе, а затем их половинки – при сжатии.

Проверку *предела прочности* образцов-балочек *на изгиб* проводят на испытательной машине МИИ–100 (рис. 2.4).

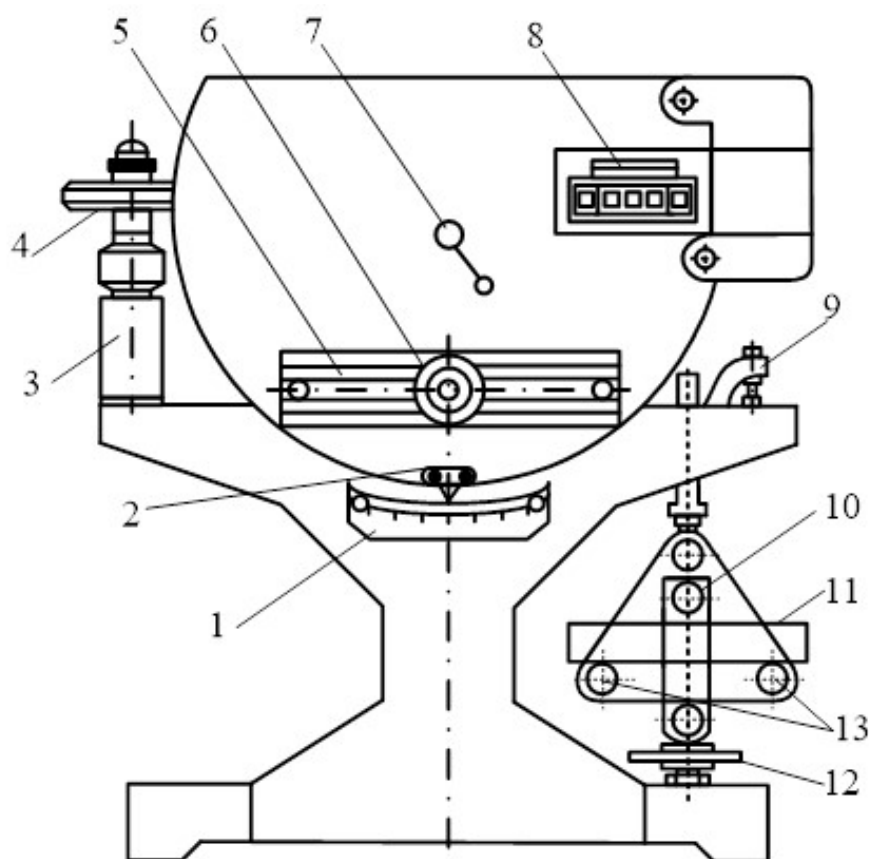


Рис. 2.4. Испытательная машина МИИ–100: 1 – шкала; 2 – стрелка; 3 – амортизатор; 4 – шайба; 5 – прорезь; 6 – груз; 7 – рукоятка управления; 8 – счетчик; 9 – коромысло; 10 – валик; 11 – образец-балочка; 12 – маховичок; 13 – опоры или опорные валики изгибающего устройства

При проведении испытаний каждый образец устанавливают на опорные валики *13* так, чтобы его горизонтальные при изготовлении грани находились в вертикальном положении на опорах, а валик *10* находился по середине балочки. Затем включают прибор, нагружение происходит автоматически и на счетчике *8* остается показание предела прочности при изгибе, которое записывают в табл. 2.5.

Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое результатов трех измерений и заносится в табл. 2.5:

$$\sigma_{изг} = \frac{H_{cp}}{k}, \text{ МПа,}$$

где H_{cp} – разрушающая сила, кгс/см²; $k=10,197$ – переводной коэффициент из кгс/см² в МПа.

Результаты механических испытаний на прочность образцов-балочек

Вид испытания							
Изгиб				Сжатие			
Номер образца	Разрушающая сила Н, кгс/см ²	Предел прочности при изгибе		Номер образца	Разрушающая сила Н, кгс;	Предел прочности при сжатии	
		отдельного образца, МПа	среднее значение			отдельного образца, МПа	среднее значение
1				1			
				2			
2				3			
				4			
3				5			
				6			

Полученные после испытания на изгиб шесть половинок образцов-балочек сразу испытывают на *предел прочности при сжатии* на гидравлическом прессе (рис. 2.5, а).

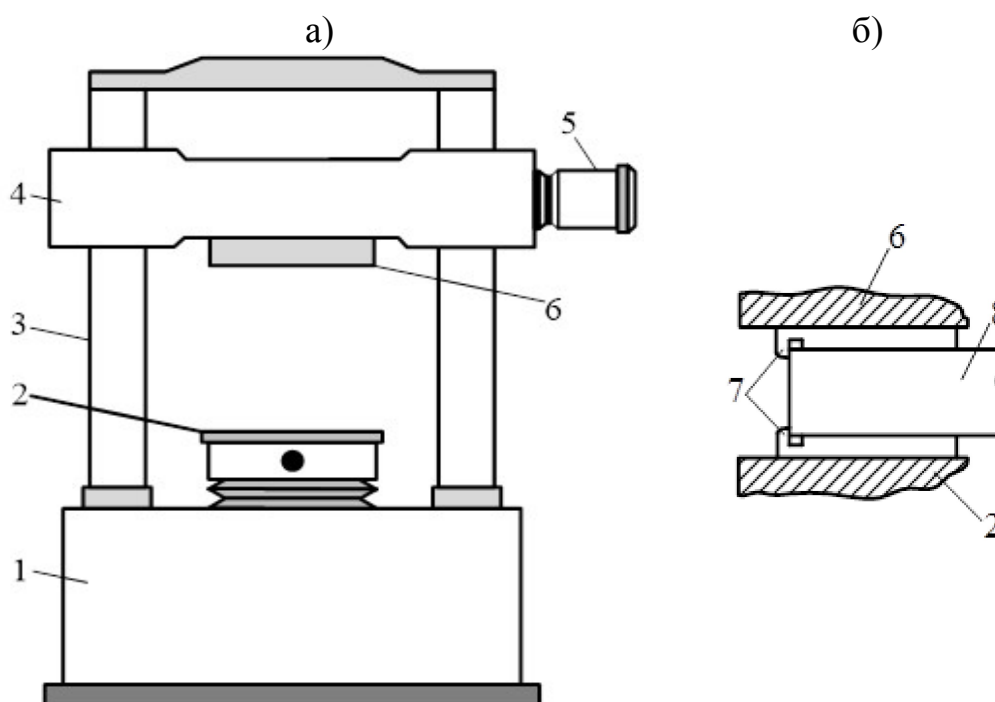


Рис. 2.5. Проведение испытания на сжатие: а – гидравлический пресс; б – схема положения половинок образцов-балочек; 1 – основание; 2 – нижняя опорная плита; 3 – колонны; 4 – передвижная траверса; 5 – электродвигатель; 6 – верхняя опорная плита; 7 – металлические пластины; 8 – образец-балочка

Для передачи нагрузки каждый образец 8 (рис. 2.5, б) помещают между двумя металлическими пластинками 7 так, чтобы боковые грани, прилегающие к продольным стенкам формы, находились на плоскостях пластин, а

упоры пластин плотно примыкали к торцевой гладкой стенке образца. Далее половинки балочек на пластинах помещают по середине между верхней и нижней опорной плитой в прессе, зажимают и подвергают сжатию. При этом нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно до разрушения образца. Время от начала равномерного нагружения образца до его разрушения должно составлять от 5 до 30 с, средняя скорость нарастания нагрузки при испытании должна быть в пределах 10,0–15,0±0,1 кгс в 1 с. Показания прибора фиксируют и записывают в табл. 2.5.

Для расчета предела прочности при сжатии из шести показаний прибора исключают минимальное и максимальное и находят среднее арифметическое из четырех результатов.

Предел прочности на сжатие определяют по формуле, и результат заносят в табл. 2.5:

$$\sigma_{изг} = \frac{R_{cp}}{S \cdot k}, \text{ МПа,}$$

где R_{cp} – разрушающая нагрузка, кгс; S – рабочая площадь пластины, равная 25 см²; $k=10,197$ – переводной коэффициент из кгс/см² в МПа.

Марку гипсового вяжущего вещества устанавливают по прочности на сжатие (табл. 2.2) по среднему значению испытания образцов, изготовленных из теста нормальной плотности в соответствии с требованиями ГОСТ 125–79.

По результатам выполненной работы подводят итог проведенных испытаний, в котором указывают комплексную марку гипса по показателям предела прочности на сжатие и срокам схватывания (табл. 2.1–2.2). Например, Г–5 А – гипсовое вяжущее с пределом прочности на сжатие 5,3 МПа быстротвердеющее, со сроками схватывания: начало – 5 мин, конец – 8 мин.

2.3. Вопросы для самоконтроля

1. Какими свойствами обладает строительный гипс?
2. Что вводят гипс в воду или воду в гипс?
3. В чем выражается показатель нормальной плотности гипсового теста?
4. Как определяют нормальную плотность гипсового теста?
5. Чем характеризуется начало схватывания гипса?
6. Что означает конец схватывания гипса?
7. В каком возрасте испытывают стандартные образцы для определения марки гипса по прочности?

3. МОДЕЛИ И ГИПСОВЫЕ ФОРМЫ

Для художественной отделки фасадов, внутренних помещений зданий или их декорирования применяются гипсовые, цементные и другие отливки (репродукции) с произведений искусства (скульптуры) или каких-либо иных предметов, с которых вначале изготавливают модели и затем с них снимают формы.

3.1. Краткие сведения о моделях и гипсовых формах

Важным элементом в изготовлении любых форм является выбор подходящей модели. *Моделями* называются оригиналы станковой и декоративной скульптуры, части лепного декора (порезки, модульоны, розетки, венки, гирлянды, пальметки, фризы, капители, базы, картуши, замковые камни, кронштейны, решетки перил и балясины балюстрад и т.п.), изделий и т.д., предназначенные для массовой репродукции с целью художественной отделки фасадов, внутренних помещений зданий или их декорирования и выполняются в разных материалах.

Модели, предназначенные к формовке и отливке гипсовых или цементных копий их, могут быть мягкие и твердые.

Мягкие модели – это декоративные украшения, вылепленные непосредственно из глины (пока она не засохла), пластилина, воска, а также и натуральные предметы природы – листья, цветы, фрукты, овощи, которые можно легко удалить из формы. Такого рода модели при весьма незначительном давлении на них деформируются: в одном случае, внешняя форма модели искажается, а в другом – через некоторое время она принимает свою первоначальную форму.

Твердые модели – это орнаменты или скульптурные изображения, отлитые из гипса, бронзы, фарфора, терракоты, а также вырезанные из дерева, кости, мрамора и других материалов.

Исходя из вида и состава модели, следует дополнительно подготовить ее к формовке. Например, *мягкие модели из глины* перед снятием гипсовой черновой формы пропитывают водой так, чтобы глина размякла, но не размылась водой. Опрыскивания водой осуществляют 2–3 раза или более из пульверизатора или спринцовки до тех пор, пока модель после стекания с нее воды не будет влажной и слегка матовой, но не блестящей. Излишки воды из углублений моделей удаляют мягкой кистью. Опрыскивание глиняного оригинала

водой необходимо для быстрого оплескивания гипсов всего оригинала, так как по поверхности влажной глины гипс быстро и легко растекается, без пропусков и пузырьков.

Для снятия черновой гипсовой формы с *модели из пластилина или воска* ее покрывают тонким слоем шеллакового лака и затем мягкой кистью смазывают натуральной олифой или светлым чистым деревянным (оливковым) маслом.

Подготовку всех *твердых моделей* начинают с отделения выступающих частей (приборов), чтобы их формовать отдельно. Сначала намечают карандашом стыковую линию, по которой будут отрезать прибор, и затем его по ней отпиливают.

Перед формовкой *гипсовую модель* слегка нагревают и обильно пропитывают горячей олифой. Через некоторое время ее покрывают шеллаковым лаком, а затем тонким слоем смазки (например, смесью стеарина, керосина и вазелинового масла). Необходимость нагрева модели вызвана тем, что стеарин плохо впитывается холодным гипсом (в отличие от керосина и масла) и остается на поверхности, в результате чего форма прилипает к модели.

Модели из полированного дерева и металла перед формовкой покрывают тонким слоем шеллакового лака за 4–5 раз, *модели из неполированного дерева* – пеной из светлого мыла.

При формовке *плоские модели* крепят к поверхности: на гипсовом растворе – к мраморной доске, толстому стеклу или специально сделанной гипсовой плите; на винтах – к деревянным щитам.

В настоящее время распространены следующие виды гипсовых форм: черновая, чистая (кусовая) и получистая.

В основном *черновые формы* делают с мягких моделей и используют только для получения одной гипсовой отливки, далее форму разбивают или расколачивают, поэтому их еще называют форма в расколку. *Чистые (кусовые) формы* многократно используют для отливки в них изделий из гипса, цемента, керамики и, как правило, их изготавливают с твердых моделей. *Получистые (кусовые) формы* снимают с мягких моделей.

В основном все формы состоят из раковины. **Раковина** – это общее название наиболее крупных частей формы. В зависимости от вида и состава формы она имеет разное назначение. В черновых формах раковины – это каждая отдельная часть формы. В чистых (кусовых) она представляет собой

часть формы, куда собирают и укладывают куски, из которых состоит сама форма. В клеевых, формопластовых и других подобных формах раковины являются кожухом, которые снимают с плоских моделей.

По степени сложности все формы бывают *простые* и *сложные*. Первые состоят из одной части раковины. Вторые содержат несколько отъемных и отдельно сформованных раковин с большим числом кусков, такие формы снимают с орнаментированных моделей. Еще бывают средней сложности, которые состоят из нескольких раковин, такие формы снимают с объемных гладких моделей.

Готовые гипсовые формы должны удовлетворять следующим требованиям:

- во всех своих частях одинаковые свойства и достаточная механическая прочность;
- гладкая и прочная рабочая поверхность;
- достаточная всасываемость и длительный срок службы;
- равномерно адсорбировать влагу из изделий;
- сохранение неизменными собственных размеров и очертаний в процессе длительной эксплуатации;
- передача изделиям тончайших деталей рельефа и рисунка своих рабочих поверхностей;
- по своей конструкции не быть сложными в изготовлении и при эксплуатации;
- не загрязняться коллоидными частицами глинистого вещества и хорошо противостоять действиям электролитов, всегда имеющихся в массе.

3.2. Технология получения моделей и гипсовых форм

Цель работы: закрепление теоретических знаний и получение первичных самостоятельных навыков выполнения моделей и гипсовых форм для плоского и объемного рельефов.

Общая подготовка к лабораторной работе подробно описана в главе 1 и отчет по художественной части должен содержать:

- наименование и цель работы;
- краткие общие теоретические сведения о моделях или гипсовых формах;
- эскиз будущего изделия;

- описание хода работы, используемых инструментов и материалов;
- этапы работы в виде фотографий самого процесса изготовления;
- анализ результатов работы с общими выводами и рекомендациями.

Обучающиеся проводят следующие работы:

- 1) изготовление модели;
- 2) изготовление гипсовой формы для плоского рельефа;
- 3) изготовление гипсовой формы для объемного изделия.

Требуемые материалы и инструменты:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| • строительный или формовочный гипс; | • мерный стеклянный цилиндр емкостью 250 мл; |
| • вода; | • материал для опалубки |
| • электронные весы; | • кельма; |
| • чаша или емкость затворения; | • кисти; |
| • ложка или мешалка; | • стеки. |

Подготовка моделей к формовке подробно описана в п. 3.1.

3.2.1. Изготовление модели

С заранее подготовленного эскиза необходимо изготовить модель (рельеф и объемную фигуру) в технике ручной лепки. Для этого используют мягкие материалы такие, как глину или скульптурный пластилин. Кроме того, гипсовые формы можно снимать и с твердых моделей, которые нет необходимости изготавливать.

Перед началом лепки глину обязательно необходимо подготовить. Для лепки любых изделий, она должна быть вылежанной, хорошо промятой, однородной и не содержать пузырьков воздуха. Если глина кажется слишком жесткой, то необходимо добавить немного воды и вымесить ее еще раз. Если глина кажется мягкой, то необходимо вымесить ее на гипсовой поверхности, которая заберет лишнюю влагу.

Скульптурный пластилин не требует каких-то дополнительных подготовок, он легко мнется и принимает нужную форму. Однако для большей мягкости и податливости можно положить его в горячую воду или к другому источнику тепла.

Если предполагается изготовить барельеф или горельеф, то для работы потребуется небольшой шит, оргстекло и т.п. На нем можно карандашом нанести контур будущей модели. Подготовленный мягкий материал (глина или

пластилин) разделить на несколько частей, отмерив и отрезав его нужное количество от большого куска. Глину или пластилин раскатывают тоненькими колбасками и аккуратно выкладывают по очертаниям рисунка. Полученный глиняный контур выравнивают при помощи шпателя или стеков. Затем набирают массу изделия (заполняют материалом) в зависимости от уровня (высоты) фрагмента и приступают к проработке деталей изделия дополнительными инструментами, например, скальпелем или разного размера и формы стеками, проволокой и др.

В случае изготовления объемного изделия создают форму будущей скульптуры из пластилина согласно эскизу. Для крепости и прочности модели можно вставлять в некоторые ответственные места каркас из металлической проволоки. Для нанесения фактурных элементов на поверхность глины или пластилина и проработки деталей рельефа используют специальные стеки с зубчиками на рабочей части. Работая над деталями рельефа, постоянно следят за их конфигурацией, которая должна позволять гипсовой форме свободно отделяться от модели.

Перед использованием инструменты и руки необходимо смочить в воде, чтобы пластилин или глина не налипали.

3.2.2. Изготовление гипсовой формы для плоского рельефа

Для получения гипсовой формы с барельефа готовят модель (рис. 3.1, а) и закрепляют ее на ровном щите или плите нужных размеров, замазав и разравнив швы гипсом или глиной для исключения расщелин в местах соединения материалов между собой.

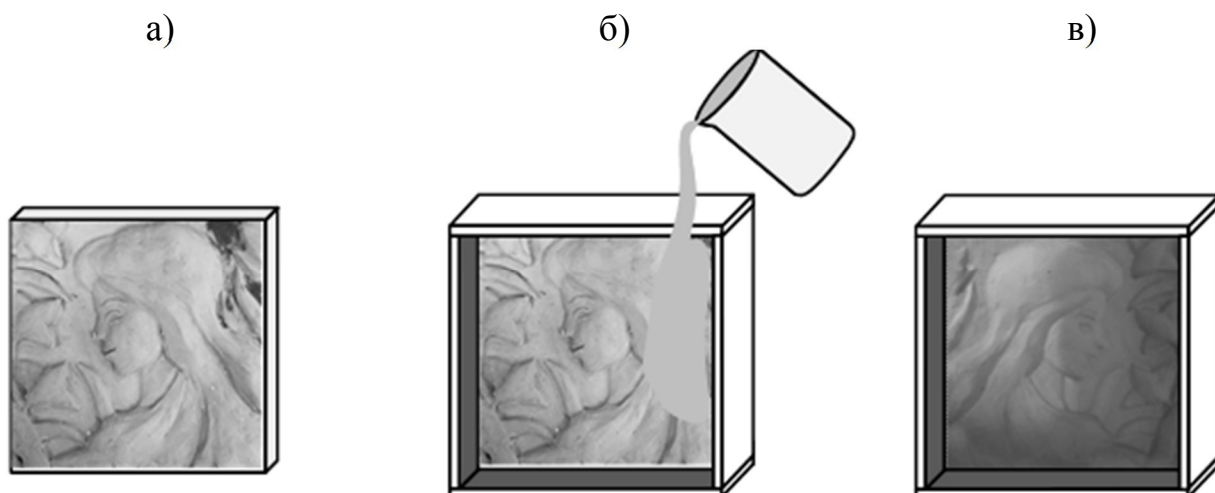


Рис. 3.1. Снятие гипсовой формы с рельефной модели: а – модель; б – заливка модели в опалубке; в – форма в опалубке

Модель тщательно покрывают 2–3 раза спиртовым лаком, просушивают и покрывают смазкой. Как только смазка немного загустеет (подсыдет), по всему периметру модели ставят ограничители или опалубку (рис. 3.1, б) и заливают в огороженное пространство приготовленный гипсовый раствор на основе теста нормальной густоты (п. 2.2.1).

После схватывания гипса (через 30–40 мин) осторожно удаляют опалубку и извлекают модель из формы. Далее снятую форму переворачивают, подчищают и обрезают ее грани со всех сторон под углом, за который удобно взять форму при снятии ее с модели или изделия. Чем чище будут обработаны границы формы, тем при отливке – особенно многократной – хорошо обработанные грани не будут крошиться. Затем модель и форму очищают от пластилина или глины и крошек гипса. Внутреннюю поверхность формы покрывают шеллаковым лаком или смазкой, и она готова к отливке в ней изделий.

Отливаемые изделия из данной формы можно извлекать, легонько постукивая деревянным молоточком снизу вверх по ней, а в некоторых случаях – с помощью расклинивания.

3.2.3. Изготовление гипсовой формы для объемного изделия

Гипсовая форма с шара или яблока для отливки нескольких изделий (рис. 3.2) состоит из двух кусков: первого и второго, или нижнего и верхнего. Сначала модель шара покрывают смазкой и разделяют по высоте на две части, чтобы с них легко снимались половинки формы для свободного извлечения из нее готового изделия. Далее модель на половину погружают во влажный песок или обсыпают им.

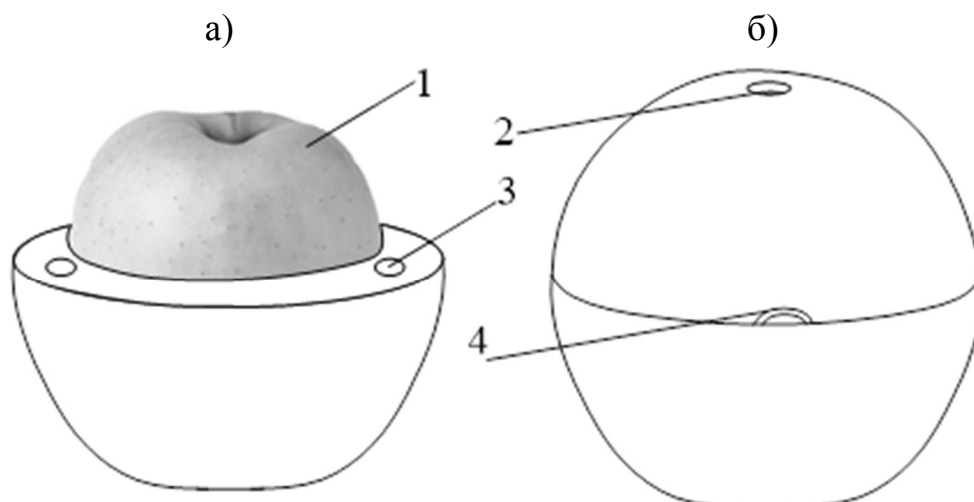


Рис. 3.2. Снятие гипсовой формы с яблока, состоящей из двух кусков:
а – изготовление первого куска; б – готовая форма из двух кусков;
1 – модель; 2 – литник; 3 – замки; 4 – выемка

Модель оплескивают тонким слоем гипса, который заполняет все тонкие линии. На не схватившийся еще первый слой гипсового раствора наносят второй и тщательно его заглаживают по всей формуемой поверхности. Толщина слоев гипсового раствора или стенок формы должна быть 2–2,5 см.

После схватывания гипсового раствора (примерно через 40–60 мин) модель вынимают из формы, кусок которой тщательно зачищают от гипса и песка с помощью кисти и обрезают так, чтобы усенки точно совпадали с границами модели. Чем чище будут обработаны границы куска, тем лучше и плотнее к нему будет подходить соседний кусок, а самое главное, при отливке – особенно многократной – хорошо обработанные куски не будут крошиться. На данном куске сверлят 2–3 лунки, которые необходимы для образования в них замков другим куском.

При изготовлении второго куска модель ставят в готовую половину формы, чтобы она полностью легла на свое место, смазывают усенки и модель смазкой и формируют аналогично первому.

После схватывания гипса обрезают наружную поверхность формы и разбирают куски с помощью вставки клина в паз между кусками. Затем форму зачищают и покрывают 2–3 раза смазкой перед отливкой.

После получения изделия его просушивают и в дальнейшем тонируют под выбранный автором цвет или фактуру.

3.3. Вопросы для самоконтроля

1. Какие вы знаете виды моделей?
2. В чем отличие мягких моделей от твердых?
3. Что обязательно в подготовке моделей к формовке?
4. Какие отличия в подготовке мягких и твердых моделей к формовке?
5. Какие существуют виды гипсовых форм?
6. Чем простые формы отличаются от сложных?
7. Назовите общее название наиболее крупных частей формы.
8. Какие требования предъявляют к гипсовым формам?
9. Что из себя представляют замки на гипсовых формах?
10. Для чего изготавливают замки на гипсовых формах?
11. В чем отличие черновой и чистовой гипсовой формы?
12. Что означает полужесткая форма и для чего она нужна?
13. Расскажите этапы изготовления гипсовой формы для барельефа.

4. ИЗВЕСТКОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

К минеральным вяжущим веществам воздушного твердения также относят известковые вяжущие.

Известковые вяжущие вещества представляют собой воздушные или гидравлические вяжущие, состоящие преимущественно из оксидов или гидроксидов кальция.

4.1. Краткие сведения об известковых вяжущих

По областям применения известковые вяжущие разделяют на строительную известь и известь, предназначенную для других отраслей промышленности.

Строительной известью называют вяжущее вещество, получаемое умеренным обжигом, не доводимым до спекания, карбонатных пород (известняков, мела, доломита) и последующим помолом.

В зависимости от *химического состава исходного сырья и условий твердения* строительную известь подразделяют на воздушную, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов и сохранение ими прочности в воздушно-сухих условиях, и гидравлическую, которая твердеет и сохраняет прочность как на воздухе, так и в воде.

Гидравлической известью называется продукт умеренного обжига карбонатных пород, содержащих глинистые примеси или кремнезем в количестве 8–20 %, порошкообразного состояния. Обожженный продукт превращают в порошок путем последующего помола или гидратации (гашения).

В зависимости от *содержания оксида магния* различают следующие виды воздушной извести: кальциевую (не более 5 % MgO), магниезиальную (5–20 % MgO) и доломитовую (высокомагниезиальную) (20–40 % MgO).

Гидратная известь представляет собой высокодисперсный сухой порошок, который получают путем гидратации комовой или молотой негашеной извести небольшим количеством воды, обеспечивающим переход оксидов кальция и магния в их гидраты. Гидратная известь состоит в основном из гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Важнейшими строительно-техническими свойствами извести являются: *содержание суммы активных CaO и MgO , содержание непогасившихся зерен*, а также *температура и время гидратации (гашения)*. Кроме того, в

табл. 4.1 приведены основные требования к извести, регламентируемые ГОСТ 9179–77.

Таблица 4.1

Свойства воздушной извести

Наименование свойств извести	Известь										
	Негашеная									Гидратная (гашеная)	
	Кальциевая			Магнезиальная			Доломитовая				
	Сорт										
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
Содержание суммы активных CaO и MgO, %, не менее: без добавок с добавками	90	80	70	85	75	65	85	75	65	67	60
	65	55	–	60	50	–	60	50	–	50	40
Содержание активной MgO, %, не более	5	5	5	20	20	20	40	40	40	–	–
Содержание непогасившихся зерен, %, не более	7	11	14	10	15	20	10	15	20	–	–
Тонкость помола – остаток на ситах, %, не более:	№ 02	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–
	№ 063	–	–	–	–	–	–	–	–	2	2
	№ 008	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Первым и главным свойством воздушной извести, которое и определяет ее качество, является ее **активность** – это содержание суммы активных CaO и MgO. Чем выше их количество, тем активнее известь.

Следующим свойством, снижающим качество воздушной извести, является **наличие непогасившихся зерен**, количество которых должно быть ограничено. При гашении извести часть ее остается в виде непогасившихся зерен различной крупности. Эти непогасившиеся зерна в большинстве своем представляют пережженные зерна CaO и MgO (пережог), неразложившиеся в процессе обжига зерна карбоната кальция (недожог) и примеси.

Главным технологическим свойством извести является ее способность гаситься, т.е. активно взаимодействовать с водой с выделением большого количества тепла и образованием продукта реакции в высокодисперсном состоянии. В зависимости от времени гидратации комовую известь подразделяют на **быстрогасящуюся** – не более 8 мин, **среднегасящуюся** – не более 25 мин и **медленногасящуюся** – более 25 мин.

4.2. Исследование химических свойств известковых вяжущих веществ

Изучение важнейших строительно-технических свойств известковых вяжущих веществ производится по методикам ГОСТ 22688–77.

Цель работы: закрепление теоретических знаний и освоение стандартных методик определения строительно-технических свойств известковых вяжущих, на примере строительной воздушной извести, а также приобретение навыков самостоятельной работы с материалами.

Группу обучающихся делят на две подгруппы, которые проводят следующие испытания по определению:

- 1) скорости гашения извести;
- 2) содержания суммы активных CaO и MgO в извести;
- 3) непогасившихся зерен в извести.

Требуемые материалы и приборы:

- воздушная известь;
- фарфоровая чашка, 100 мл;
- обычная и дистиллированная вода;
- сушильный шкаф;
- весы технические или электронные с погрешностью не более 1 г;
- тигель;
- фарфоровая ступка;
- коническая колба емкостью 250 мл;
- пестик;
- соляная кислота, 1 н. раствор;
- мерный стеклянный цилиндр емкостью 250 мл;
- стеклянная воронка (часовое стекло);
- электрическая плитка;
- сосуд Дьюара;
- 1 %-й раствор фенолфталеина;
- секундомер;
- установка для титрования.
- сито №063;

Общая подготовка к лабораторной работе подробно описана в главе 1.

4.2.1. Определение скорости гашения извести

Определение температуры и времени гидратации извести осуществляют в сосуде Дьюара емкостью 500 мл (рис. 4.1), в котором пространство между стенками заполнено теплоизоляционным материалом во избежание потерь тепла в окружающую среду в результате реакции.

Скорость гашения извести определяют по времени, прошедшему с момента смешивания извести с водой до момента достижения известковым тестом максимальной температуры.

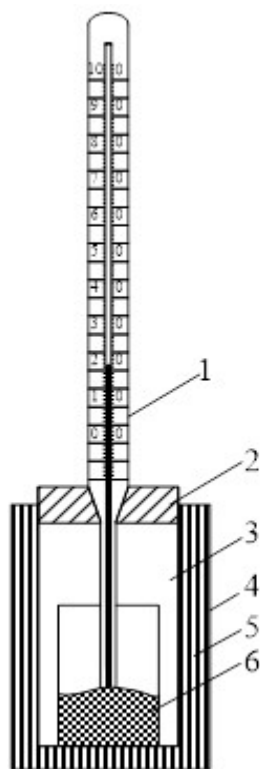


Рис. 4.1. Прибор для определения скорости гашения: 1 – термометр на 100–150 °С; 2 – пробка; 3 – внутренний цилиндр; 4 – фарфоровый сосуд; 5 – изоляционный слой; 6 – известковое тесто

Измельченную известь в количестве 10 г помещают в стакан прибора. Затем в стакан вливают 25 мл воды ($t_{\text{воды}}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$), одновременно включая секундомер, и быстро перемешивают содержимое стеклянной палочкой. Стакан устанавливают в прибор и закрывают крышкой 2 с плотно вставленным в нее термометром и оставляют сосуд в покое. Ртутный шарик термометра должен быть полностью погружен в реагирующую смесь.

Температуру фиксируют и записывают в табл. 4.2 через каждые 10–20 с, начиная с момента приливания воды. Когда рост температуры замедлится, можно ее отсчет вести через 30–40 с. Определение считают законченным, если температура гашения начала понижаться, обязательно записывая еще 2–3 значения ее спада.

За *температуру гашения* t извести принимают максимальное значение температуры, развивающейся при гашении извести.

Таблица 4.2

Изменение температуры извести с течением времени

Время, мин–с	Температура, °С

Время гашения извести τ определяют по времени с момента добавления воды к извести до момента достижения максимальной температуры гашения извести или до начала периода, когда рост температуры не выше $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в мин.

По экспериментальным данным, занесенным в табл. 4.2, строят график зависимости температуры от времени гашения и отмечают t_{\max} и τ_{\max} , а также устанавливают вид извести по скорости гидратации (см. п. 4.1).

4.2.2. Определение активности кальцевой извести

Активность строительной воздушной извести определяют методом титрования. Он заключается в проведении реакции нейтрализации соляной кислотой.

На весах взвешивают порошок извести в количестве 4–5 г и тонко его растирают в фарфоровой или агатовой ступке. Из полученной растертой (тонкодисперсной) извести берут навеску массой 1 г с точностью $0,0002\text{ г}$ и переносят в коническую колбу емкостью 250 мл. При этом делают две параллельные пробы. Затем в каждую колбу к извести приливают по 150 мл дистиллированной воды и добавляют 5–7 стеклянных бусинок или оплавленных стеклянных цилиндров длиной 5–7 мм. Колбы накрывают часовым стеклом или воронками и нагревают на электрической плитке 5–7 мин, не доводя до кипения. После этого раствор в каждой колбе охлаждают до $20\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$, промывая ее стенки, горлышки воронок и часовое стекло дистиллированной водой.

В раствор добавляют 2–3 капли 1 % спиртового раствора фенолфталеина, в результате этого индикатор окрашивает смесь в малиновый оттенок. Затем содержимое колбы титруют при постоянном взбалтывании одномолярным (1 н.) раствором соляной кислоты до полного исчезновения окраски (обесцвечивания). Титрование осуществляют медленно, вводя по каплям HCl , и процесс считают законченным, если при периодическом взбалтывании в течение 8 мин не появляется розового оттенка раствора, т.е. он остается бесцветным. При этом фиксируют и записывают в тетрадь количество для каждой пробы соляной кислоты V , пошедшее на титрование раствора. Из двух объемов HCl находят среднее арифметическое, которое и используют при расчете активности извести.

Процентное содержание суммы активных оксидов кальция и магния вычисляют по формуле:

$$A = \frac{V \cdot T_{\text{CaO}} \cdot 100}{Q},$$

где A – активность извести, %; V – объем раствора 1 н. соляной кислоты, пошедшей на титрование, 1 мл; T_{CaO} – титр 1 н. раствора соляной кислоты, выраженный в г CaO ; Q – масса навески кальциевой извести, г.

По полученной активности извести устанавливают по табл. 4.1 ее сорт.

4.2.3. Определение содержания непогасившихся зерен

Для выявления количества непогасившихся зерен берут навеску извести массой 50 г, помещают в фарфоровый стакан и заливают водой, нагретой до температуры 85–90 °С, в количестве 200 мл. Содержимое сосуда непрерывно перемешивают до прекращения интенсивного выделения пара, после этого закрывают часовым стеклом и выдерживают 2 ч.

Полученное известковое тесто разбавляют водой до консистенции известкового молока и непрерывной тонкой струей промывают через предварительно взвешенное сито с сеткой №063, слегка растирая на сите мягкие кусочки стеклянной палочкой с резиновым наконечником.

Остаток непогасившихся зерен на сите промывают чистой водой и сушат в сушильном шкафу при температуре 140–150 °С до постоянной массы. Затем остаток взвешивают и рассчитывают количество непогасившихся зёрен (НЗ), %, по формуле:

$$\text{НЗ} = 2m,$$

где m – сухой остаток на сите после высушивания, г.

По табл. 4.1 оценивают сорт извести по содержанию непогасившихся зерен в ней.

4.3. Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение известковых вяжущих веществ.
2. Назовите виды известковых вяжущих веществ.
3. Назовите технические свойства извести.
4. Что такое активность извести?
5. Как определяют содержание активных CaO и MgO ?
6. Что представляют собой непогасившиеся зерна?
7. На что влияют непогасившиеся зерна в извести?
8. На чем основано определение непогасившихся зерен в извести?
9. Что такое скорость гашения извести и зачем ее определяют?

5. ЖИВОПИСЬ СГРАФФИТО

В современном мире одним из видов монументально-декоративного искусства является сграффито. Такая техника позволяет относительно простыми средствами получать выразительные декоративные доминанты (орнамент, вставки и др.) и создавать значительные по масштабам сюжетно-тематические произведения в этом материале.

Сграффито, граффито (sgraffito, graffito, sgraffiato итал. – «выцарапанный») – это вид монументальной живописи, выполняемый нанесением на грунт нескольких тонких накрывочных различных по цвету слоев теста с последующим частичным процарапыванием по заданному рисунку.

5.1. Краткие сведения о сграффито

Сграффито состоит из трех основных слоев (рис. 5.1):

1. *Грубый слой* (coarse coat англ.) представляет собой известково-песчаный грунт, который предназначен для равномерного поглощения и удержания влаги.

2. *Нижний цветной отделочный слой* (lower color finish coat англ.). Дав затвердеть первому слою, не до окончательного высыхания, накладывают первый цветной слой толщиной 7–8 мм.

3. *Накрывочные цветные слои* (final surface coat англ.). Как только слегка окрепнет первый цветной слой, наносят накрывочный слой другого цвета. Количество слоев задается рисунком.

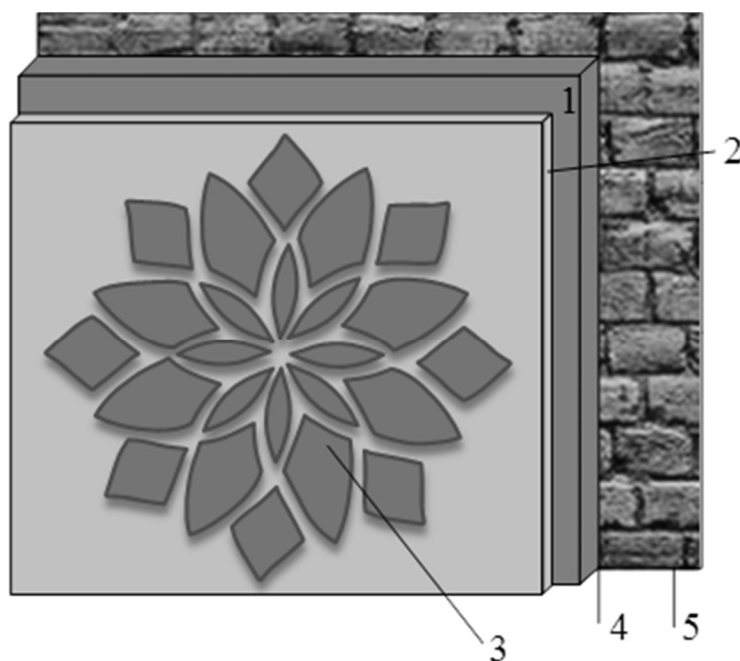


Рис. 5.1. Основные слои сграффито: 1 – грубый слой; 2 – нижний цветной отделочный слой; 3 – накрывочные цветные слои; 4 – грунтовка; 5 – стена

Перед началом подготовки поверхности под сграффито проверяют ее горизонтальность и вертикальность. До работы необходимо устранить все выступающие или неровные элементы поверхности. Плоскость стен или других оснований должны быть сухими, выстоявшимися, осевшими и не всасывающими в себя грунтовых вод.

Перед нанесением слоев под сграффито покрывают всю поверхность грунтовкой (специальный однородный жидкий состав), необходимой для создания прослойки между декоративным покрытием и основанием, что позволит смягчить неблагоприятные воздействия температуры, влажности, микродеформации, а также укрепит несущий слой.

На обработанную грунтовкой поверхность наносят грунтовочный слой (*грубый слой*) методом набрызга. Он выровняет подложку и создаст на ней шероховатую поверхность, равномерно подсасывающую из слоев сграффито воду, что позволит в дальнейшем получить надежное сцепление (адгезии) и более прочную связь слоев сграффито с грунтом и предохранить их от растрескивания. А также шероховатости на плоскости можно добиться путем нарезки или насечки борозд. Нанесенный грунт выдерживают, смачивая водой.

После затвердевания грубого слоя, но не до окончательного его высыхания, кладут *нижний цветной отделочный слой* толщиной 7–8 мм (через более тонкий слой может просвечивать грунт), при этом разравнивают раствор и уплотняют во избежание образования в нем раковин. Как только он схватится (через 15–30 мин) и слегка окрепнет, наносят *накрывочный слой* другого цвета: один, если предусмотрено двухслойное сграффито, или несколько для многослойного. Количество накрывок задается рисунком согласно проекту.

Второй накрывочный цветной слой может быть толщиной от 2 до 5 мм, а последующие – такими же или 1–2 мм. Если поверхность окрашивают с помощью кисти, то толщина слоя цветного раствора (краски) может быть от 0,5 до 1,0 мм.

Если накрывочный слой пересохнет, его смачивают водой, и после того как она впитается, наносят следующий. Последнюю накрывку всегда затирают даже в том случае, если на него будут накладывать еще слои с кисти.

Для предотвращения появления трещин и уменьшения значения внутренних напряжений необходимо, чтобы грунт, накрывочные и цветные выцарапываемые слои состояли на основе извести и обладали одинаковыми свойствами.

5.2. Технология получения живописи сграффито

Цель работы: закрепление теоретических знаний и получение первичных самостоятельных навыков и умений по выполнению различных видов сграффито.

Общая подготовка к лабораторной работе подробно дана в главе 1 и содержание отчета по художественной части описано в начале п. 3.2.

Обучающиеся проводят следующие работы по выполнению:

- 1) истинного сграффито методом выцарапывания;
- 2) сграффито трафаретным способом.

Требуемые материалы и инструменты:

- известково-песчаная штукатурка;
- вода;
- пигменты;
- емкость для затворения;
- шпатели разных размеров;
- кельма;
- стеки;
- эскиз работы на кальке;
- картон для трафарета.

Подготовка поверхности для нанесения сграффито и его основные слои были описаны в п. 5.1.

5.2.1. Изготовление истинного сграффито

По своей сути изготовление истинного сграффито заключается в выцарапывании верхних слоев, обнажая нижние (рис. 5.2).

После подготовки поверхности и нанесения поверхностного слоя сграффито приступают к переносу изображения. Для этого можно использовать метод припороха или перенести рисунок с помощью тонкого шила или резца, прокалывая контуры изображения через кальку непосредственно по верхнему накрывочному слою (рис. 5.2, б).

По вдавленным или проколотым контурам перенесенного рисунка верхние цветные слои процарапывают резцом, начиная или с середины изображения или с его края, чтобы не повредить уже выполненную часть сграффито (рис. 5.2, в). При этом раствор снимают на разную глубину в зависимости от

количества окрашенных слоев. При многослойной сграффито каждый слой вырезается по очереди.

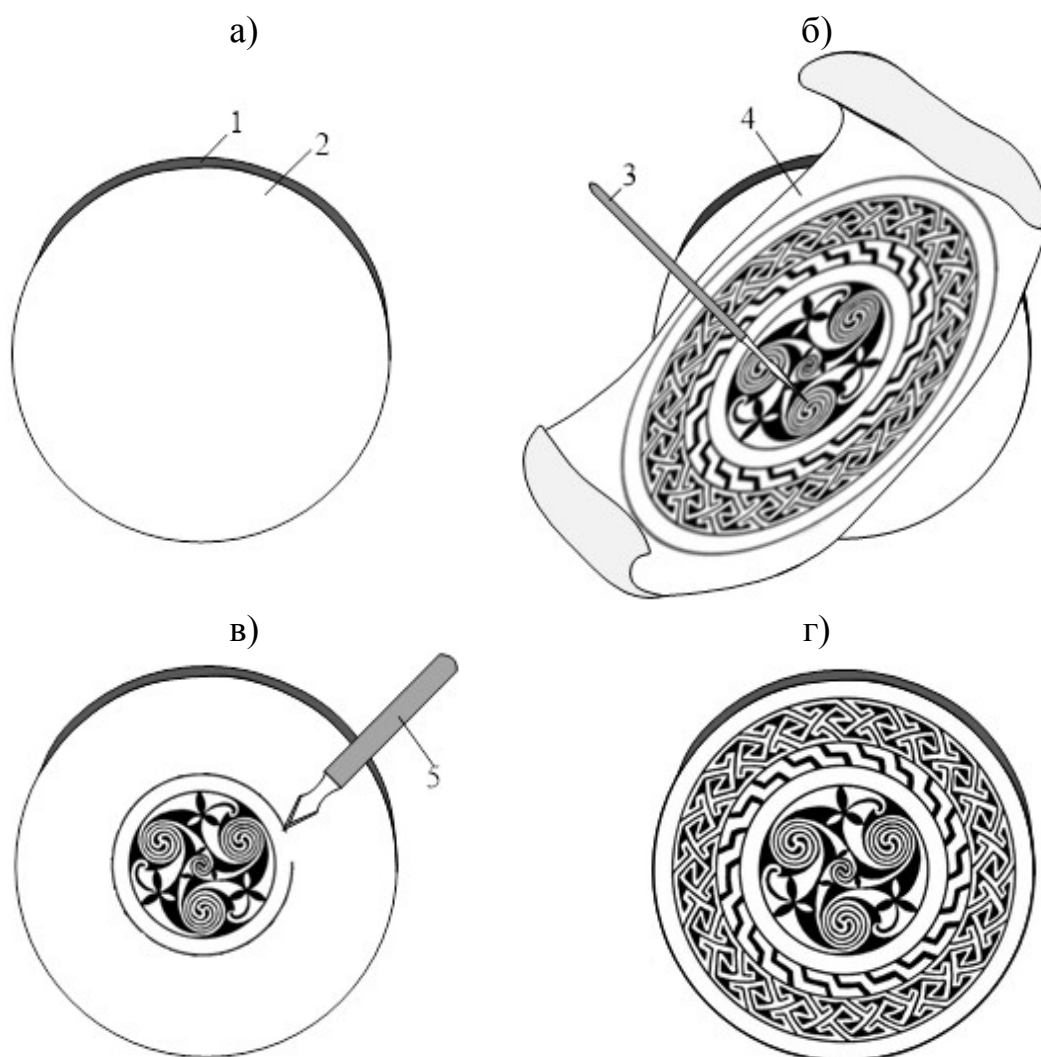


Рис. 5.2. Выцарапывание сграффито «Кельтский орнамент»:
а – подготовленная поверхность; б – перенос изображение проколами по контуру; в – выцарапывание цветного слоя; г – готовое сграффито;
1 – нижний цветной поверхностный слой; 2 – белый поверхностный слой;
3 – шило или тонкий резец; 4 – калька с изображением; 5 – резец

Необходимо помнить, что поверхностный слой подрезают по контуру изображения не под прямым углом, а с некоторым наклоном для предотвращения от разрушения и исключения задержки влаги по краям подреза. При этом сразу аккуратно убирают подрезанный верхний слой, получая под ним слой другого цвета.

5.2.2. Изготовление сграффито трафаретным способом

При выполнении сграффито трафаретным способом осуществляют набивку цветными растворами по шаблонам с целью получения красочного объемного изображения (рис. 5.3).

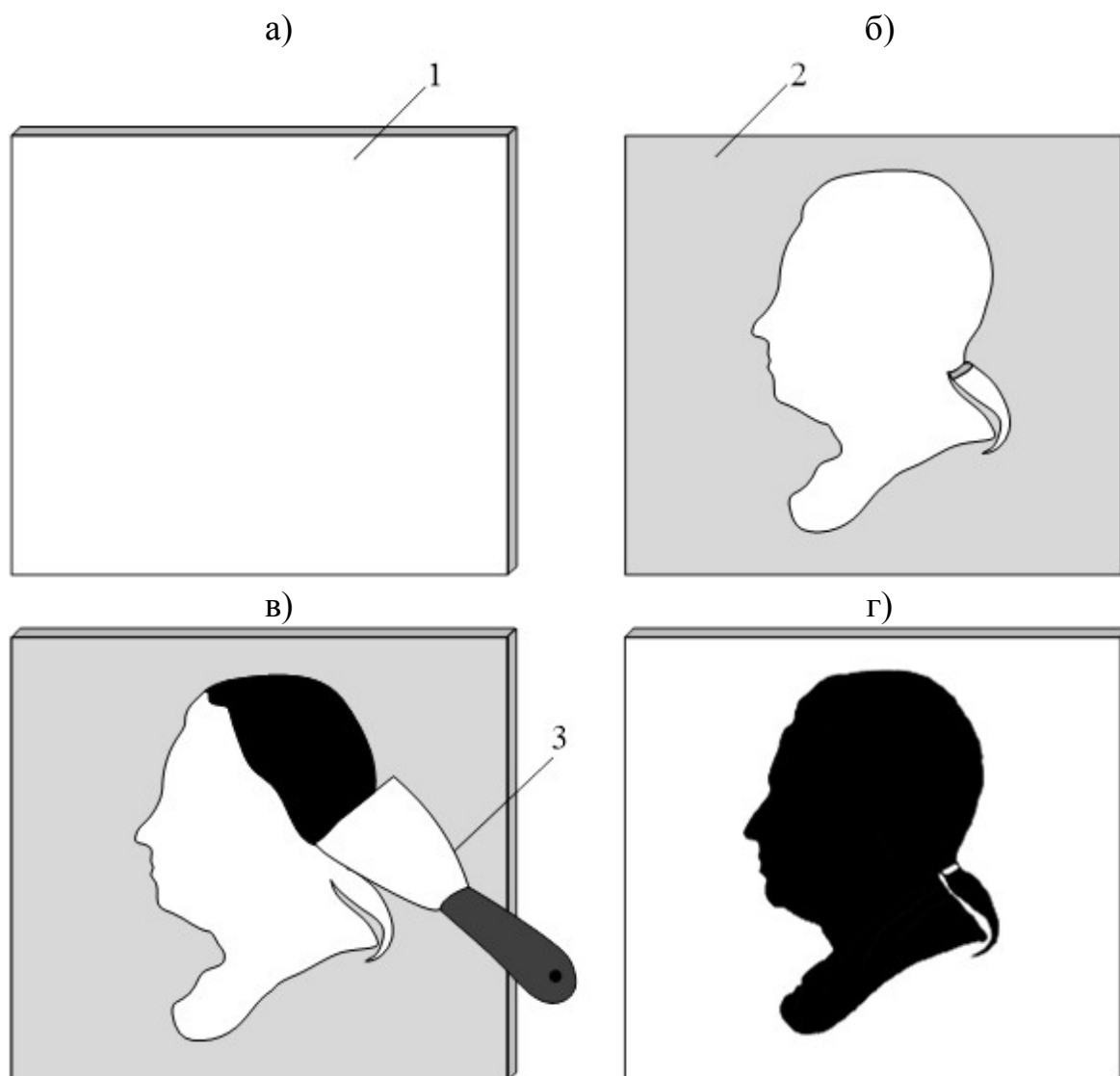


Рис. 5.3. Выполнение портрета Ломоносова М.В. в сграффито трафаретным способом: а – подготовленная поверхность с белым слоем; б – изготовленный трафарет; в – работа по трафарету; г – готовое сграффито; 1 – белый слой; 2 – трафарет; 3 – шпатель

Для получения рисунка на поверхность с подготовленным накрывочным светлым слоем (рис. 5.3, а) накладывают трафарет (рис. 5.3, б) на место предполагаемого изображения и временно его закрепляют или придерживают.

Трафарет можно изготовить, например, из плотного картона, тонкой фанеры или пластика, перенеся на материал рисунок, а затем вырезав образ по контуру резцом или другим режущим инструментом.

В пустоты трафарета по контурам рисунку (рис. 5.3, в) с помощью лопатки или шпателя наносят состав выбранного цвета (в данном случае черного) и разравнивают поверхность нанесенного слоя.

После схватывания (через 0,5–1 ч) нанесенного раствора снимают трафарет, постукивая по нему для лучшего отделения от раствора и подложки, в результате чего на месте снятого шаблона остается выпуклая цветная фигура на поверхности (рис. 5.3, г).

Для усложнения работы и придания более детализированного изображения можно использовать несколько шаблонов, накладывая их постепенно друг за другом.

5.3. Вопросы для самоконтроля

1. Дайте понятие сграффито.
2. Какой слой в сграффито предназначен для равномерного поглощения и удержание влаги?
3. Опишите основные слои в технике сграффито.
4. Какие техники сграффито вы знаете?
5. Какими инструментами можно пользоваться при выполнении техники сграффито?
6. В чем заключается подготовка поверхности под сграффито?
7. Опишите этапы выполнения работы в технике сграффито.
8. Расскажите о выполнении сграффито методом "выцарапывания".
9. Как изготовить сграффито трафаретным способом?
10. В чем заключается сущность смешанного способа сграффито?
11. Какие отличия имеются между истинным и смешанным сграффито?
12. Какие инструменты используются при выполнении истинного сграффито?
13. Какие отличия существуют между истинным и трафаретным сграффито?

6. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ

В настоящее время основным строительным материалом остается портландцемент. **Портландцементом** является гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе. Его получают путем совместного тонкого измельчения продукта обжига до спекания тонкодисперсной однородной сырьевой смеси с гипсом, а иногда и со специальными добавками.

6.1. Краткие сведения о портландцементе

В соответствии с ГОСТ 31108–2016 по прочности на сжатие в возрасте 28 сут цементы подразделяют на классы: 22,5; 32,5; 42,5; 52,5. По прочности на сжатие в возрасте 2 (7) сут (скорости твердения) каждый класс цементов, кроме класса 22,5, подразделяют на два подкласса: Н (нормальнотвердеющий) и Б (быстротвердеющий) в соответствии с табл. 6.1.

По ГОСТ 31108–2016 требования к физико-механическим свойствам приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Требования к физико-механическим свойствам цементов

Класс прочности цемента	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте				Начало схватывания, мин, не ранее	Равномерность изменения объема (расширение), мм, не более
	2 сут, не менее	7 сут, не менее	28 сут			
			не менее	не более		
22,5Н	–	11	22,5	42,5	75	10
32,5Н	–	16	32,5	52,5		
32,5Б	10	–				
42,5Н	10	–	42,5	62,5	60	
42,5Б	20	–				
52,5Н	20	–	52,5	–	45	
52,5Б	30	–				

Пример условного обозначения: портландцемент типа ЦЕМ I, класса прочности 42,5 быстротвердеющий: ЦЕМ I 42,5Б.

Портландцемент являет собой полиминеральную систему, в ней каждый из основных минералов привносит свой определенный вклад в формирование прочной монолитной структуры цементного камня.

Ценные строительно-технические свойства портландцемента обуславливают его широкое применение во многих отраслях.

Нормальная густота – это такая консистенция цементного теста, при которой пестик прибора Вика погружается в тесто на глубину и используется для определения рационального значения водоцементного (В/Ц) отношения.

Водопотребность цементного теста представляет собой количество воды, которое нужно для получения теста нормальной густоты. Водопотребность портландцементов колеблется в пределах 24–28 % от массы цемента.

Схватывание цементного теста – это процесс, при котором относительно подвижная смесь цемента с водой постепенно густеет, с потерями ее подвижности, и приобретает начальную прочность. При этой прочности механическая переработка цементной пасты становится практически затруднительной и даже невозможной (в конце схватывания). Начало схватывания для цемента должно наступать не ранее 45 мин, а конец схватывания – не позднее 12 ч от момента смешения цемента с водой.

Механическая **прочность цементного камня** – это способность цемента твердеть при взаимодействии с водой и переходить в камневидное состояние. Она является важнейшей характеристикой. Чем выше механическая прочность затвердевшего камневидного тела (цемента, раствора, бетона) и чем скорее она достигнута, тем выше качество цемента. Ее оценивают по пределу прочности при сжатии, изгибе, растяжении и скалывании образцов различной формы.

Активность¹ цемента связана не только с его тонкостью помола – чем она выше до определенного предела, тем выше активность цемента, – но и его гранулометрией. Цемент полидисперсного гранулометрического состава позволяет получить более плотный цементный камень.

6.2. Исследование строительно-технических свойств портландцемента

Цель работы: закрепление теоретических знаний и освоение стандартных методик определения строительно-технических свойств портландцемента, а также приобретение навыков самостоятельной работы с материалами.

Группа обучающихся делится на две подгруппы и проводит следующие испытания по определению:

- 1) нормальной густоты цементного теста;
- 2) сроков схватывания цементного теста;

¹ это предел прочности при сжатии цементных образцов в 28-суточном возрасте.

3) пределов прочности на изгиб и сжатие, по которому устанавливают марку цемента.

Требуемые материалы и приборы:

- портландцемент;
- вода;
- весы технические или электронные с погрешностью не более 1 г;
- чаша затворения;
- совок;
- лопатка;
- мерный стеклянный цилиндр емкостью 250 мл;
- металлическая линейка;
- форма для образцов-балочек 40×40×160 мм;
- прибор Вика;
- встряхивающий столик;
- виброплощадка;
- пластинки для передачи нагрузки;
- испытательная машина МИИ-100;
- гидравлический пресс.

Общая подготовка к лабораторной работе подробно описана в главе 1.

6.2.1. Определение нормальной плотности цементного теста

Нормальная плотность цементного теста характеризуется количеством воды затворения, необходимым для получения определенной консистенции. Она должна обеспечивать достаточную его подвижность и удобоукладываемость, при которой пуансон прибора Вика, погружаемый в кольцо, заполненное тестом, не доходит до пластинки на 5–7 мм.

Перед началом испытания в нижний конец стержня прибора Вика вставляют пуансон (рис. 2.2, г), проверяют свободное перемещение стержня и нулевое показание прибора, которое соответствует положению пуансона на пластинке, на которой установлено кольцо.

При отклонении от нуля указатель шкалы прибора устанавливают в нулевое положение. Перед началом испытания кольцо и пластинку прибора смазывают тонким слоем машинного масла.

Для приготовления цементного теста взвешивают 400 г цемента и высыплют его горкой в металлическую чашу (рис. 2.3, б), предварительно протертую влажной тканью. В порошок делают углубление, в которое вливают в один прием воду в количестве, соответствующем В/Ц=0,23–0,28 (ориентировочно 110–130 мл). Углубление при помощи лопатки (рис. 2.3, а) заполняют цементом и только спустя 30 с с момента затворения осторожно перемешивают содержимое чаши, энергично растирая в течение 5 мин тесто лопаткой во взаимно-перпендикулярных направлениях и периодически вращая чашу.

После перемешивания и получения однородной массы наполняют в один прием цементным тестом кольцо прибора Вика и 5–6 раз встряхивают, постукивая пластинкой о поверхность стола. Излишек цементного теста срезают ножом, протертым влажной тканью, вровень с краями кольца до получения ровной поверхности.

Пестик прибора Вика опускают до соприкосновения с поверхностью теста в центре кольца и в этом положении закрепляют стержень стопорным устройством 4. Через 1–2 с освобождают стержень, предоставляя пуансону свободно погружаться в цементное тесто. Через 30 с фиксируют глубину погружения пуансона по шкале, занося данные в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты определения нормальной плотности цементного теста

Номер опыта	Масса цемента, г	Количество воды, мл	В/Ц	Глубина погружения пестика, мм	Нормальная плотность, %
1					
2					

В течение всего времени проведения испытаний кольцо с цементным тестом не должно подвергаться толчкам или сотрясениям.

Если глубина погружения пуансона больше или меньше 5–7 мм, то опыт повторяют, соответственно увеличивая или уменьшая количество воды затворения. Количество добавленной воды для получения теста нормальной плотности определяют с точностью до 0,25 %.

Нормальная плотность цементного теста рассчитывается по формуле:

$$НГ = \frac{В}{Ц} \cdot 100 = \frac{V_{\text{воды}} \cdot 100}{M_{Ц}},$$

где НГ – нормальная плотность, %; В, $V_{\text{воды}}$ – количество воды затворения цементного вяжущего, мл; Ц, $M_{\text{гв}}$ – масса навески цемента, г.

6.2.2. Определение сроков схватывания цемента

Определение сроков схватывания осуществляют на приборе Вика со стальной иглой (рис. 2.2). Перед началом испытаний проверяют готовность и исправность прибора Вика, а также чистоту поверхности и отсутствие искривлений иглы. Кольцо с пластинкой обязательно смазывают тонким слоем машинного масла.

Приготовление цементного теста нормальной густоты ведут аналогично описанному выше в п. 6.2.1, одновременно включая секундомер. Цементное тесто выливают в кольцо 2 прибора Вика (рис. 2.2), помещённое на пластину 1, и встряхивают, постукивая о поверхность основания прибора 4–5 раз для удаления вовлеченного воздуха. При этом избыток теста срезают ножом и выравнивают поверхность. Затем стержень опускают до соприкосновения иглы с цементным тестом и в этом положении закрепляют стопорным винтом. Быстро освобождают стержень, и игла свободно погружается в тесто.

В начале испытания, пока цементное тесто находится в пластичном состоянии, пластинку можно слегка задерживать при погружении в тесто. Как только цементное тесто загустеет настолько, что опасность повреждения иглы будет исключена, игле дают свободно опускаться. Такие погружения иглы в тесто осуществляют через каждые 10 мин до начала схватывания и через каждые 25 мин в последующем, перемещая кольцо после каждого погружения для опускания ее в новое место на поверхности теста. При этом необходимо обязательно протирать иглу после каждого ее погружения в тесто.

В момент, когда игла не доходит до дна пластины на 1 мм, фиксируют и записывают в табл. 6.3 время, которое прошло от начала присыпания цемента к воде, являющееся началом схватывания.

Таблица 6.3

Сроки схватывания цементного теста

Сроки схватывания	Время, ч–мин–с
Начало схватывания	
Конец схватывания	

Началом схватывания цементного теста считают время, прошедшее от начала затворения цемента до момента, когда игла при проникновении в цементное тесто не доходит до пластинки на 1–2 мм. Результат определения записывают в мин–с.

Конец схватывания устанавливают по времени (ч–мин–с), прошедшему от начала затворения цемента до момента, когда игла проникает в цементное тесто не более чем на 1–2 мм.

6.2.3. Определение прочностных свойств цемента

Для определения качественных показателей цемента его проверяют на пределы прочности на изгиб и сжатие образцов-балочек, изготовленных из цементно-песчаного раствора на основе теста нормальной консистенции. По прочностным показателям на сжатие в 28-ми суточном возрасте твердения устанавливают класс материала (см. п. 6.1).

Для проведения испытаний изготавливают образцы-балочки размером $40 \times 40 \times 160$ мм из стандартного цементного раствора, состоящего из цемента и кварцевого песка с размерами зерен от 2,00 до 0,08 мм в соотношении 1:3 по массе, при водоцементном отношении (В/Ц), равном 0,4–0,5.

Определение подвижности цементного теста

Консистенция (подвижность) цементного раствора нормальной густоты характеризуется расплывом конуса на встряхивающем столике (рис. 6.1) в пределах от 106 до 115 мм.

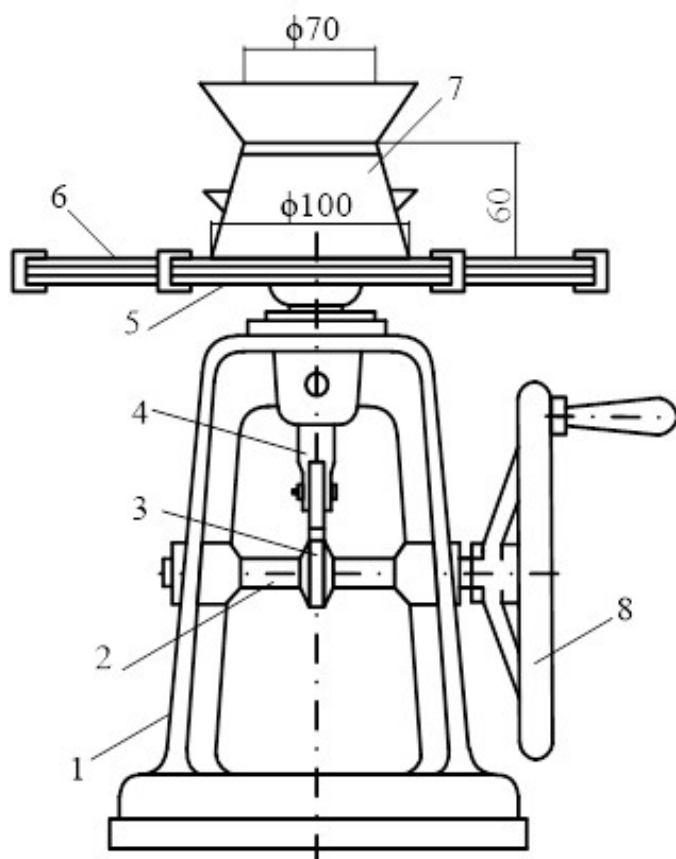


Рис. 6.1. Встряхивающий столик: 1 – чугунная станина; 2 – вал; 3 – кулачок; 4 – ось; 5 – горизонтальный диск; 6 – стеклянная пластина; 7 – форма-конус; 8 – маховик

Для определения подвижности цементного раствора взвешивают 1500 г кварцевого песка и 500 г цемента. Материалы всыпают в сферическую чашу и

перемешивают лопаткой в течение 1 мин. В центре сухой смеси делают лунку и вливают в нее 200–250 мл воды ($V/C=0,4-0,5$), перемешивают в течение 2,5 мин растирающими движениями. Затем полученным тестом заполняют металлическую форму-конус 7, внутреннюю поверхность которой и стеклянную пластину 6 предварительно увлажняют. Излишек раствора срезают ножом, медленно и осторожно поднимают форму-конус. Вращая рукоятку маховика 8, встряхивают столик 30 раз в течение 30 с, в результате этого цементный конус расплывается.

С помощью линейки измеряют расплыв конуса по нижнему основанию в двух взаимно-перпендикулярных направлениях и записывают результат. Если расплыв конуса находится в нормируемых пределах, то раствор имеет нормальную консистенцию. Если же расплыв менее 106 мм, то содержание воды в смеси увеличивают, а при расплыве конуса более 115 мм – количество воды уменьшают.

Определение предела прочности на изгиб

На основе цементного раствора нормальной консистенции изготавливают образцы-балочки в разъемных формах (рис. 2.3, в). Перед их изготовлением внутреннюю поверхность стенок формы и поддона смазывают машинным маслом. Приготовленный в сферической чаше цементный раствор переносят в форму, закрепленную на виброплощадке (рис. 6.2) и включают ее.

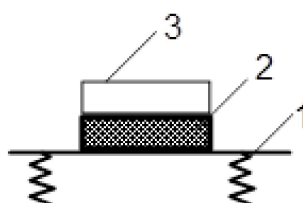


Рис. 6.2. Виброуплотнение образцов-балочек: 1 – виброплощадка; 2 – форма со смесью; 3 – насадка

После 3 мин вибрации наблюдают прекращение оседания бетонной смеси, появление на ее поверхности цементного молока и прекращение выделения пузырьков воздуха. В результате этого виброуплотнение образцов-балочек заканчивают и установку выключают.

С виброплощадки снимают формы, срезают ножом излишки раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями формы и маркируют их.

Готовые образцы-балочки хранят в формах в течение 24 ± 2 ч в ванне с гидравлическим затвором. Затем их осторожно расформовывают и погружают

в горизонтальном положении без соприкосновения друг с другом на решетки в ванну с водой, где они находятся еще 27 сут. Вода должна закрывать образцы не менее чем на 2 см и ее меняют через каждые 14 сут. Температуру воды поддерживают в пределах 20 ± 2 °С.

В 28-ми суточном возрасте образцы-балочки извлекают из воды, вытирают насухо и подвергают испытанию на предел прочности на изгиб с помощью разрывной машины МИИ–100 (рис. 2.4). Образец устанавливают на опорные элементы таким образом, чтобы его горизонтальные при изготовлении грани находились в вертикальном положении. Показания прибора записывают в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Результаты механических испытаний портландцемента

Вид испытания							
Изгиб				Сжатие			
Номер образца	Разрушающая сила Н, кгс/см ²	Предел прочности при изгибе		Номер образца	Разрушающая сила Н, кгс;	Предел прочности при сжатии	
		отдельного образца, МПа	среднее значение			отдельного образца, МПа	среднее значение
1				1			
				2			
2				3			
				4			
3				5			
				6			

Предел прочности при изгибе вычисляют как среднеарифметическое значение из результатов трех образцов по формуле и также фиксируют значения в табл. 6.4:

$$\sigma_{изг} = \frac{H_{cp}}{k}, \text{ МПа,}$$

где H_{cp} – разрушающая сила, кгс/см²; $k=10,197$ – переводной коэффициент из кгс/см² в МПа.

Определение предела прочности на сжатие

Полученные после испытания на изгиб половинки образцов-балочек сразу же испытывают на сжатие с помощью гидравлического пресса (рис. 2.5). Каждую половинку образцов-балочек помещают между двумя металлическими пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при изго-

товлении прилегли к продольным стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, упоры плотно прилегли к торцевой гладкой стенке образца. Образец вместе с пластинками подвергают сжатию на прессе и результаты записывают в табл. 6.4.

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют по формуле и результат заносят в табл. 6.4:

$$\sigma_{изг} = \frac{R_{cp}}{S \cdot k}, \text{ МПа,}$$

где R_{cp} – разрушающая нагрузка, кгс; S – рабочая площадь пластины, равная 25 см^2 ; $k=10,197$ – переводной коэффициент из кгс/см² в МПа.

Предел прочности на сжатие цемента вычисляют как среднее арифметическое из 4-х наибольших результатов испытаний шести образцов-балочек, т.е. минимальное и максимальное значения исключают. Результаты вычисления округляют до 0,1 МПа и заносят в табл. 6.4.

На основе проведенных испытаний устанавливают класс цемента в соответствии с ГОСТ 31108–2016 (табл. 6.1).

6.3. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое портландцемент?
2. Как можно классифицировать цементы?
3. Какие строительно-технические свойства портландцемента вы можете перечислить?
4. Что такое нормальная плотность цементного теста?
5. От чего зависит водопотребность цементного теста?
6. Что такое схватывание цементного теста?
7. Какие свойства цемента определяют при его испытании?
8. В зависимости от каких факторов меняется активность цемента?
9. Как определяют нормальную плотность цементного теста?
10. Расскажите методику проведения эксперимента по определению сроков схватывания цементного теста.
11. Зачем определяют подвижность цементного раствора и как осуществляют такие испытания?
12. Зачем выполняют виброуплотнение цемента?
13. Как проводят испытания образцов-балочек на прочность?
14. Как определяют класс цемента?

7. ДЕКОРАТИВНАЯ ШТУКАТУРКА

Наиболее популярной и достойной альтернативой традиционного покрытия стен (обои, покраска, плитка) по праву является декоративная штукатурка, которая позволяет решать любые сложные задачи дизайнера благодаря возможности создания интересных и эксклюзивных эффектов.

Понятие «декоративная штукатурка» можно представить двумя определениями как продукта и как покрытия.

Декоративная штукатурка представляет собой пластичный материал подобранного состава, выравнивающий и придающий различную форму и фактуру толщиной от 1 до 10 мм на поверхности для повышения эстетической выразительности экстерьера и интерьера.

Декоративная штукатурка (итал. *stuccatura* – лепнина, закрепление грунтов) – это метод художественного оформления различных поверхностей внешних или внутренних частей зданий и сооружений, который заключается в нанесении двух или более декоративных слоев определенного состава.

7.1. Краткие сведения о декоративной штукатурке

Выполнение такого декоративного покрытия всегда сопровождается нанесением базовых слоев, в которые входят два подготовительных отдельно наносимых слоя и поверх них накрывочный или декоративный:

- первый слой называется обрызг (набрызг, опрыск) (*trullisatio, rinciffato* итал.), выполняющий роль связующего звена между подготавливаемой поверхностью и другими слоями штукатурки;
- второй слой – грунт (*argicció* итал.), являющийся основным по объему слоем штукатурного раствора (намета);
- третий слой – накрывка (*intonaco* итал.) служит для придания поверхности штукатурки заданных художественных качеств: равномерности покрытия, фактуры и др.

Каждый базовый слой имеет свои особенности и строго определенное назначение.

Вся обрабатываемая поверхность под декоративную штукатурку должна быть прочной, без присутствия загрязнений, жиров, масел или других компонентов, снижающих адгезию (это поверхностное явление, приводящее к прочному сцеплению (связыванию) поверхностных слоев двух разнородных материалов) между слоями.

До нанесения подготовительных слоев поверхность пропитывают водой (за 1–3 ч) или грунтовкой (за 20–40 мин) на некоторую ее толщину (рис. 7.1, а) во избежание быстрого отсоса из раствора влаги, необходимой для нормального твердения раствора. Кроме того, это способствует достижению и увеличению адгезии между основанием и обрызгом, а также правильному структурированию декоративной штукатурки. Обработка грунтовкой предпочтительна, поскольку она еще проникает в микротрещины, укрепляя поверхность, и защищает ее от разбухания, сырости и появления плесени.

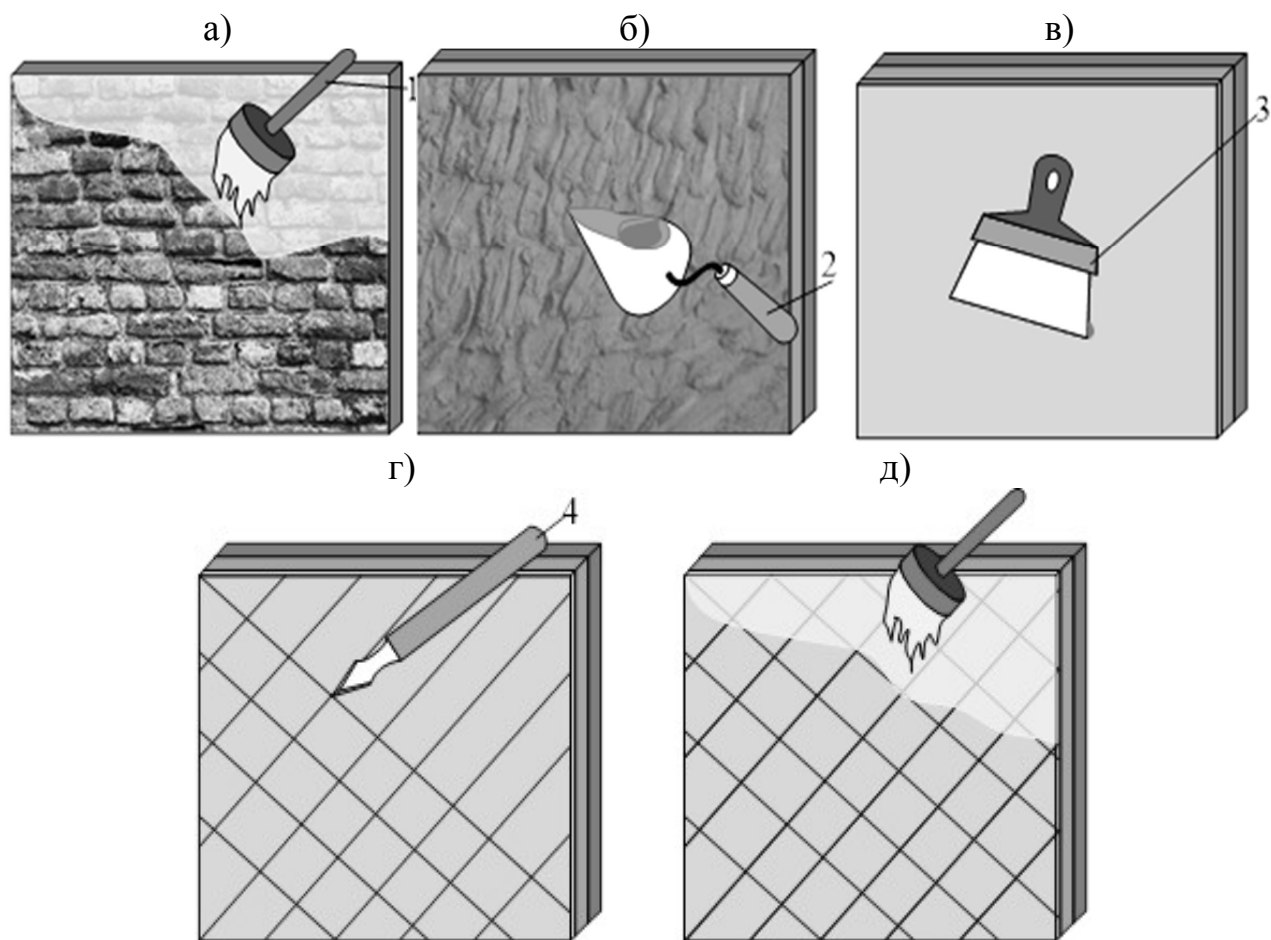


Рис. 7.1. Подготовка поверхности и нанесение подготовительных слоев:
а – нанесение грунтовки; б – нанесение обрызга; в – нанесение грунтового слоя; г – нанесение насечек на грунте; д – обработка грунтовкой; 1 – кисть; 2 – кельма (мастерок); 3 – шпатель; 4 – резец

На обработанное грунтовкой основание наносят обрызг (рис. 7.1, б), а на него слои раствора грунта (рис. 7.1, в), который выравнивают и нацарапывают клеточками с помощью резца (рис. 7.1, г). После затвердевания грунтового слоя поверхность покрывают грунтовкой (рис. 7.1, д).

Толщина подготовительных слоев под любой вид декоративной штукатурки должна быть 15–20 мм для предотвращения образования высолов, нару-

шающих однотонность накрывки. Кроме того, все слои обрызга и грунта хорошо уплотняют, чтобы избежать раковин, которые могут продавливаться при обработке накрывки.

Для каждого вида декоративной штукатурки применяют свой раствор для подготовительных слоев, т.е. состав обрызга и грунта подбирают к составу накрывки, так как несоответствие по прочности и плотности подготовительных слоев с накрывочными приводит к их расслаиванию. Если подготовительные слои окажутся более плотными, с наименьшим количеством пор, то накрывка может иметь с ними слабое сцепление и будет отслаиваться. Если накрывочный слой будет прочнее подготовительных, то при обработке они могут отслоиться от поверхности.

7.2. Технология получения декоративной штукатурки

Цель работы: закрепление теоретических знаний и получение первичных самостоятельных навыков и умений по выполнению фактурной и объемной штукатурки.

Общая подготовка к лабораторной работе подробно дана в главе 1 и содержание отчета по художественной части описано в начале п. 3.2.

Обучающиеся проводят следующие работы:

- 1) по выполнению объемной штукатурки;
- 2) выполнению фактурной штукатурки.

Требуемые материалы и инструменты:

- эскиз работы;
- подложка;
- грунтовка;
- фактурная и объемная штукатурка;
- вода;
- емкость для затворения;
- лопатка;
- мастихин;
- шпатели разных размеров;
- кельма;
- кисти;
- стеки;
- резцы, ножи;
- пигменты;
- губки, ветошь;
- воск или лак;
- валики;
- трафареты;
- шприц.

Подготовка поверхности под декоративную штукатурку подробно описана в п. 7.1.

7.2.1. Изготовление объемной штукатурки

В начале работы выбирают рисунок, который будет впоследствии изготовлен на основании, и делают его эскиз. Затем подготавливают поверхность (п. 7.1) и наносят на нее основные штукатурные слои.

Обрызг и грунт производят обычными известково-песчаными или известково-цементно-песчаными растворами, или растворами, рекомендуемыми для конкретного вида декоративной штукатурки. При использовании ровной поверхности слой обрызга можно упустить.

Перед нанесением верхней декоративной накрывки необходимо нанести насечки на грунт (рис. 7.2, а) для лучшего сцепления его с накрывкой.

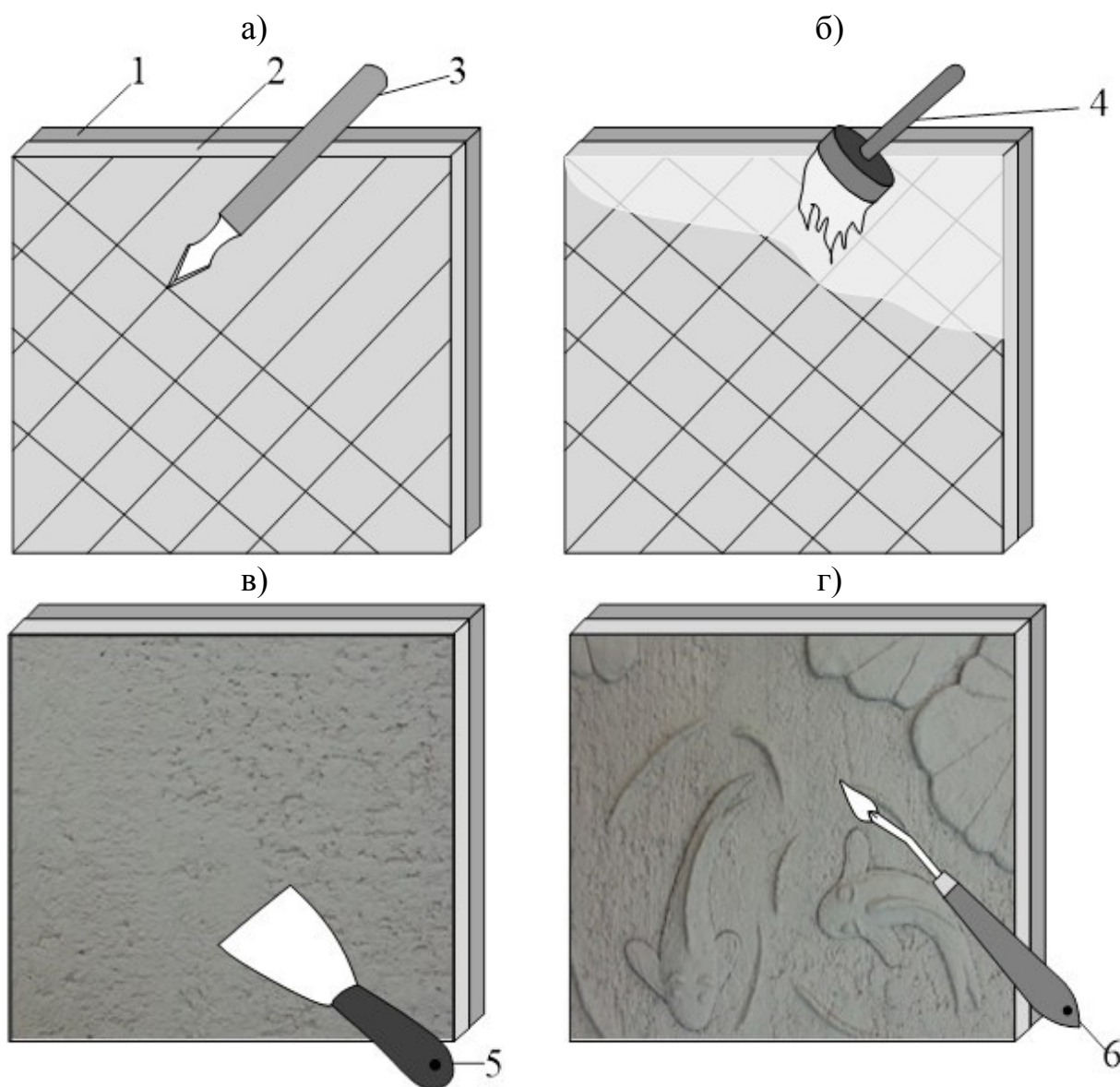


Рис. 7.2. Выполнение декоративной объемной штукатурки: а – нанесение насечек на грунте; б – обработка грунтовкой; в – нанесение декоративной накрывки; г – выполнение объемной декоративной штукатурки; 1 – обрызг; 2 – грунт; 3 – резец; 4 – кисть; 5 – шпатель; 6 – мастихин

Необходимо замешивать только то количество раствора, которое можно было использовать до его затвердевания.

Поверх грунта проходят грунтовкой (рис. 7.2, б) и наносят фактуру на всю поверхность (рис. 7.2, в), на которой и будет в дальнейшем создан объемный рельеф. Для этого хаотичными или повторяющимися движениями кельмой или шпателем распределяют материал по поверхности грунта и дают просохнуть некоторое время (3÷48 ч) с учетом толщины слоя и характеристик штукатурки. В зависимости от художественного замысла декоративную накрывку можно затонировать или оставить в первоначальном виде.

С помощью эскиза выбирают и намечают наиболее объемные места на поверхности, где слой штукатурки будет наиболее толстый. В случае выполнения горельефа необходимо изготовить каркас из проволоки и уложить его в выступающие места картины.

С помощью мастихина забирают штукатурный раствор под углом 45 ° и наносят ее на подложку, формируя мазками элементы изображения (рис. 7.2, г). Для нанесения тонких линий или придания объема можно использовать шприц, заполненный раствором штукатурки.

В конце процесса нанесения слоя штукатурки необходимо «похлопать» поверхность с целью удаления пустот в формируемом изображении. Сильно выступающие и объемные элементы рекомендуется наносить несколькими слоями, чтобы предотвратить образование пустот и растрескивания штукатурки.

Все наращивания массы барельефа или горельефа проводят с просушкой каждого последующего слоя штукатурки и с запасом на шлифовку. При этом нижние слои обычно не разглаживают, а оставляют шероховатыми для лучшего сцепления и связывания с верхними.

Каждый выполненный элемент барельефа или горельефа выравнивают примерно через час после нанесения для получения гладкости фактуры. Только после полного высыхания штукатурки (от 8 до 48 ч) осторожно приступают к обрезке излишков на деталях, их точат и шлифуют до безупречного состояния. По окончании работы и высыханию всей штукатурки поверхность обрабатывают воском или лаком.

7.2.2. Изготовление фактурной штукатурки

В первую очередь перед созданием любой фактуры выполняют эскиз работы, на котором изображены основные фактурные элементы, и готовят поверхность (п. 7.1). На подготовленное основание (рис. 7.3, а) наносят тонкий промежуточный слой (подложка) с частичками мелкофракционного песка для достижения большего сцепления между слоями.

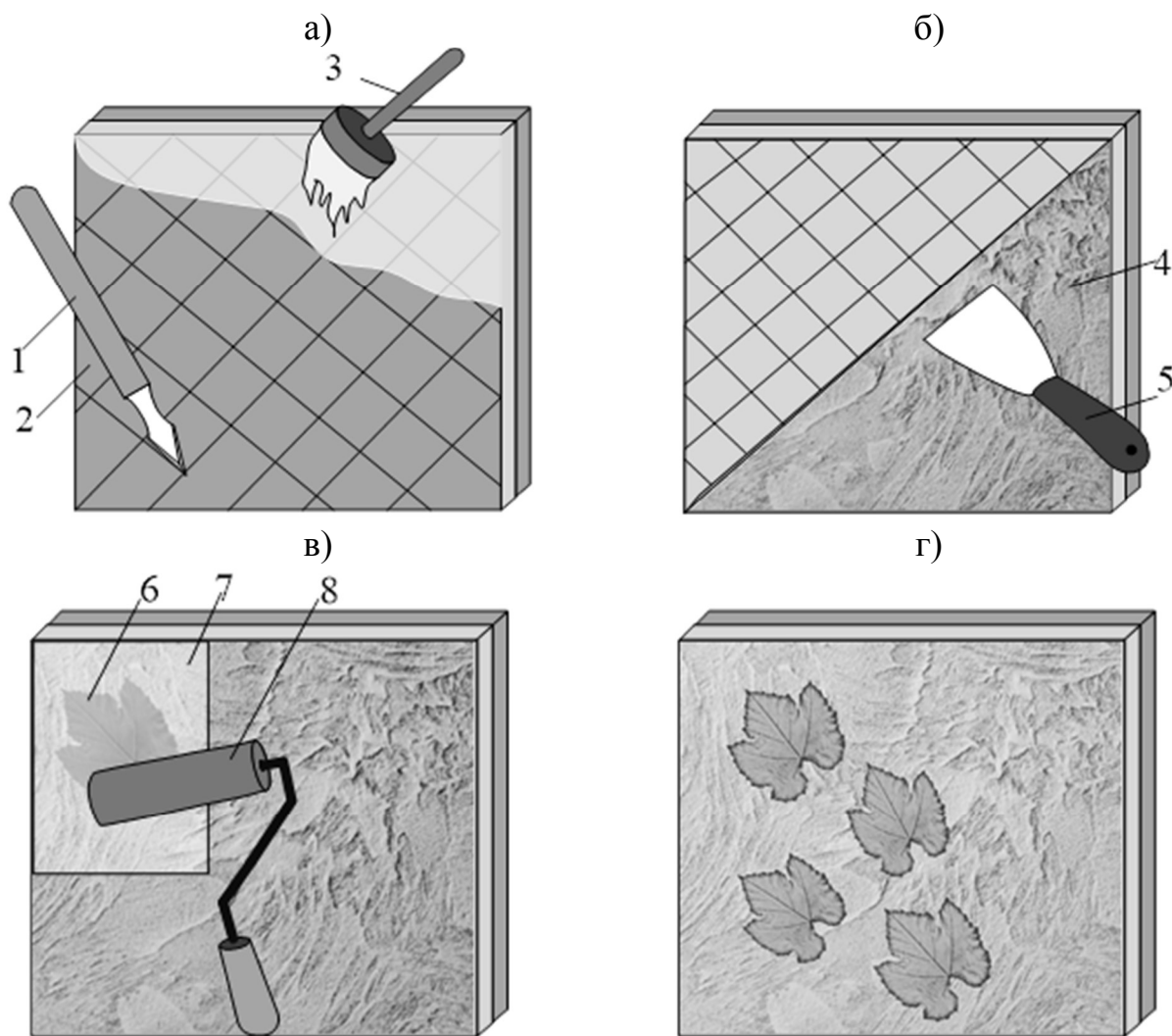


Рис. 7.3. Выполнение фактурной штукатурки: а – подготовка к нанесению накрывки; б – нанесение фактурной накрывки; в – выполнение фактурных элементов; г – готовое изделие; 1 – резец; 2 – грунт; 3 – кисть; 4 – фактурная накрывка; 5 – шпатель; 6 – виноградный лист; 7 – прозрачная пленка; 8 – валик

Перед нанесением верхнего фактурного покрытия резцом *1* или стеклом насекают сетку на грунте (рис. 7.3, а) и с помощью кисти *3* покрывают его грунтовкой (рис. 7.3, б).

После «подвяливания» (через 40–50 мин) верхнего слоя штукатурки прикладывают на ее поверхность импровизированные трафареты (рис. 7.3, в), в данном случае виноградные листья, и с помощью валика прокатывают по ним, оставляя отпечатки на покрытии.

С помощью удобных в работе инструментов (шпателя, кельмы), в том числе и подручных (губки, пленки, бумаги, линейки, расчески, щетки), передают поверхности художественный замысел, который был вначале выполнен на эскизе.

После высыхания поверхности штукатурки ее тонируют в выбранный цвет или можно ввести пигмент непосредственно в состав штукатурки. Готовое изделие (рис. 7.3, г) покрывают лаком или воском.

7.3. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое декоративная штукатурка?
2. Какие базовые штукатурные слои вы знаете?
3. Зачем выполняют обрызг?
4. Назовите подготовительные штукатурные слои.
5. Как подготовить поверхность под декоративную штукатурку?
6. Назовите основные этапы выполнения фактурной штукатурки.
7. Какие инструменты используются при выполнении отделки фактурной штукатуркой?
8. Каково предназначение грунтовки?
9. Назовите основные инструменты при изготовлении объемной штукатурки.
10. Назовите основные этапы выполнения объемной декоративной штукатурки.

8. ИСКУССТВЕННЫЙ МРАМОР

Сегодня достаточно распространенным аналогом традиционных натуральных материалов, получившим широкое распространение, является искусственный мрамор.

Искусственный мрамор – это отделочный материал с полированной поверхностью, представляющий собой имитацию природного камня. Он отлично подходит для изготовления промышленной и хозяйственной технической продукции: элементов сантехники, наливных полов, столешниц и мраморных плит. Более того, искусственный мрамор нашел применение и в художественной сфере: из него делают замечательные скульптуры, барельефы и прочие элементы декора.

8.1. Краткие сведения об искусственном мраморе

Искусственный мрамор по твердости легко сравним с натуральным камнем, однако он очень прост в обработке по сравнению с аналогом, а также может принимать любые формы.

В качестве вяжущего вещества используют гипс, известь, магниевые вяжущие, серый и белый портландцемент, о которых подробно было рассмотрено выше. Заполнители (предварительно просеянный песок очень мелкой фракции и чистый, мелкая галька, щебень, мраморная крошка и т.п.) в основном используют для приготовления бетонной смеси. Пигменты и воду применяют те же самые, что в технологии сграффито и декоративной штукатурки.

Подготовка поверхности под облицовку искусственным мрамором аналогична требованиям при нанесении декоративных штукатурок, которые подробно описаны в п. 7.1.

Искусственный мрамор выполняют по трафарету, в свободной композиции или орнаментом. Все его виды имеют отличный друг от друга набор и состав компонентов, а соответственно и технику изготовления.

Приготовление мрамора состоит из следующих процессов:

- подготовка грунта;
- промаячивание поверхности и установление маяков;
- заготовка сухого колера и цветных растворов;
- накладка раствора на поверхность и обработка поверхности (шлифовка, лощение и полировка).

В зависимости от метода обработки поверхности существует несколько видов искусственного мрамора:

1) оселковый делают на основе окрашенного в сухом виде вяжущего материала, который наносят на поверхность стола или верстака горизонтальными чередующимися слоями разных колеров и затем поверхность шлифуют и полируют оселками;

2) утюжный – это один из видов высококачественной известковой штукатурки, сырую поверхность которой после покрытия эмульсией и нанесения требуемого рисунка доводят до зеркального блеска специальными горячими утюгами;

3) литевой представляет собой полимербетон с рисунком, имитирующим натуральный камень, изготавливаемый методом литья в формы.

Искусственный мрамор бывает белый, цветной однотонный, многоцветный с текстурой (с прожилками и пятнами) и орнаментный. Он открывает широкие возможности для творчества благодаря заданным свойствам, размерам, форме и цветовому решению в отличие от натурального мрамора, в котором все определяет природа.

8.2. Технология получения искусственного мрамора

Цель работы: закрепление теоретических знаний и получение первичных самостоятельных навыков и умений по выполнению различных видов искусственного мрамора.

Общая подготовка к лабораторной работе подробно дана в главе 1 и содержание отчета по художественной части описано в начале п. 3.2.

Обучающиеся проводят следующие работы:

- 1) по изготовлению оселкового мрамора;
- 2) изготовлению утюжного мрамора;
- 3) изготовлению литьевого мрамора.

Требуемые материалы и инструменты:

- эскиз работы;
- подложка;
- грунтовка;
- фактурная и объемная штукатурка;
- вода;
- емкость для затворения;
- кисти;
- стеки;
- резцы, ножи;
- пигменты;
- губки, ветошь;
- воск или лак;

- лопатка;
- мастихин;
- шпатели разных размеров;
- кельма;
- валики;
- трафареты;
- шприц.

Подготовка поверхности под искусственный мрамор аналогична как под декоративную штукатурку и подробно описана в п. 7.1.

8.2.1. Изготовление оселкового мрамора

Для имитации естественного мрамора тонкого рисунка с частыми и тонкими прожилками и с превалирующим основным тоном используют лопаточный метод (рис. 8.1), который отличается от насыпного только процессом приготовления гипсового теста и наложением его на обрабатываемую поверхность.

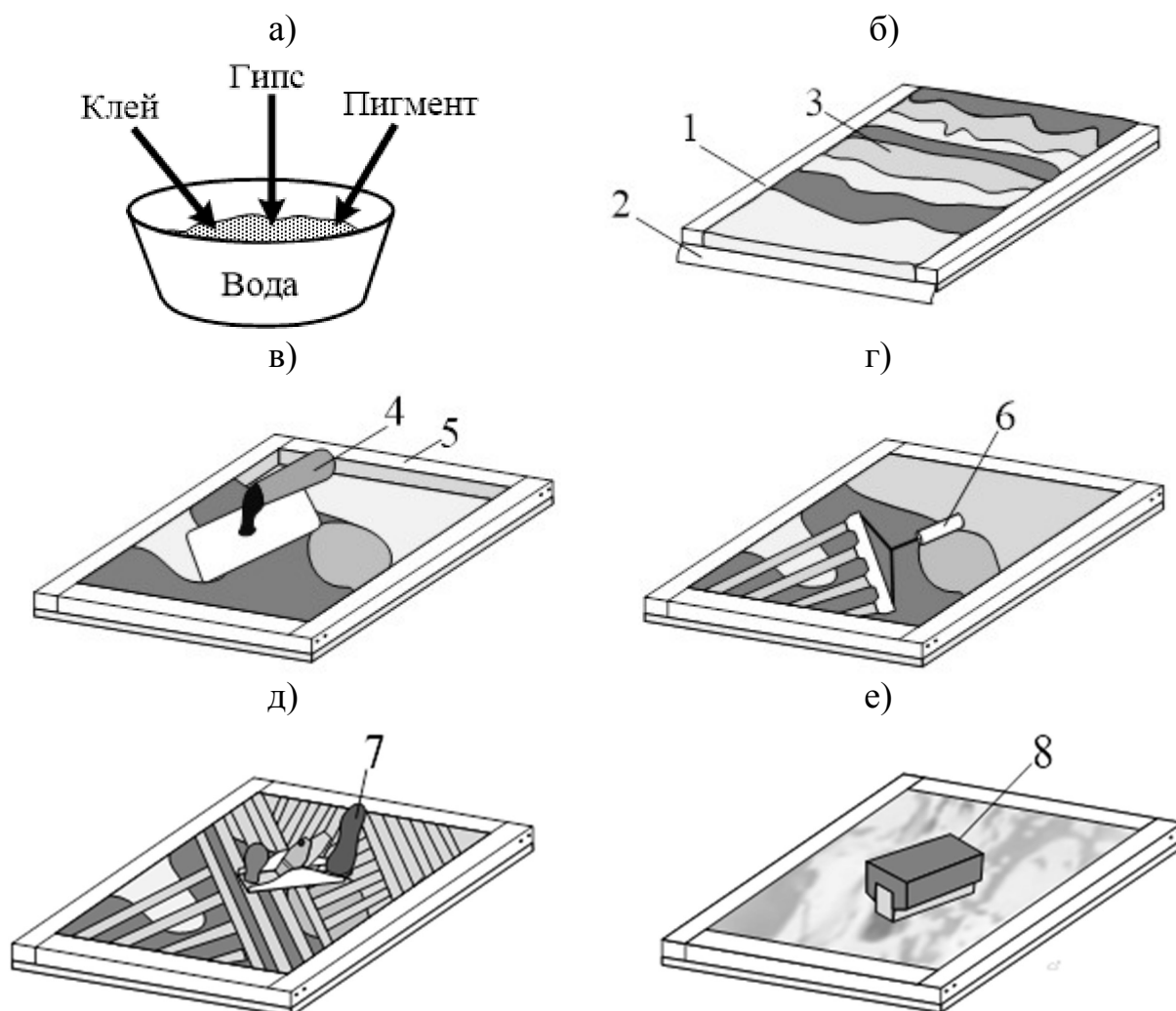


Рис. 8.1. Изготовление оселкового мрамора: а – приготовление гипсового теста; б – подготовка мраморных слоев; в – нанесение гипсовой массы; г – грубая острожка; д – обработка шерхебелем и цинубелем; е – полировка оселком; 1 – щит; 2 – мешковина; 3 – цветные слои; 4 – кельма; 5 – форма; 6 – царапка; 7 – шерхебель; 8 – оселок

Для изготовления оселкового мрамора лопаточным способом приготавливают цветные гипсовые растворы, замешивая каждый цвет отдельно на клеевом растворе (рис. 8.1, а) и выкладывая лопаткой на щит (рис. 8.1, б).

Уложенные тестообразные слои накрывают мешковиной и проливают клеевым раствором. Затем с помощью лопатки накладывают гипсовые растворы плотно сложенными полосками непосредственно на подготовленную поверхность (рис. 8.1, в).

От основного гипсового раствора, заготовленного для прожилок из слоев разноцветного теста, отделяют лопаткой продолговатые куски (3×15 см) и укладывают ребром в форму, располагая слои прожилок перпендикулярно к покрываемой поверхности (рис. 8.1, в). Куски прожилочной массы разбрасывают по поверхности, а между ними укладывают массу основного колера.

Следующим этапом является обнажение рисунка с помощью острожки¹, шлифовки и полировки. После схватывания наложенной на поверхность массы производят первоначально грубое вскрытие рисунка методом острожки с помощью царапки (рис. 8.1, г). Спустя примерно 1,5–2 ч приступают к обработке поверхности (рис. 8.1, д) шерхебелем².

После окончательного затвердевания поверхности производят более чистую острожку с помощью цинубеля³. Труднодоступные места обрабатывают стамесками.

При получении необходимой поверхности ее двукратно шлифуют пемзой для достижения матовой фактуры с удалением следов острожки и царапин. В некоторых дефектных местах производят шпатлевание всей поверхности основным цветом фона, что помогает закрыть поры на ней.

Отшлифованную поверхность сушат в течение 2–3 сут в естественных условиях и приступают к ее полировке вначале крупнозернистыми оселками (рис. 8.1, е). Зеркальной поверхности добиваются применением более мелкозернистых оселков.

8.2.2. Изготовление утюжного мрамора

В подготовленную форму (рис. 8.2, а) заливают гипсовый раствор, простукивая для выхода пузырьков воздуха (рис. 8.2, б). Затем на поверхность

¹ обработка поверхности путём последовательного снятия тонких слоев, т.е. вскрытие рисунка (текстуры).

² узкий рубанок с полукруглым резцом для глубокого строгания.

³ инструмент, который имеет нож с зазубренным лезвием для плоского строгания.

наносят слой эмульсии (рис. 8.2, в), создающий основной цвет. После этого основание проторцовывают и обрабатывают флейцем.

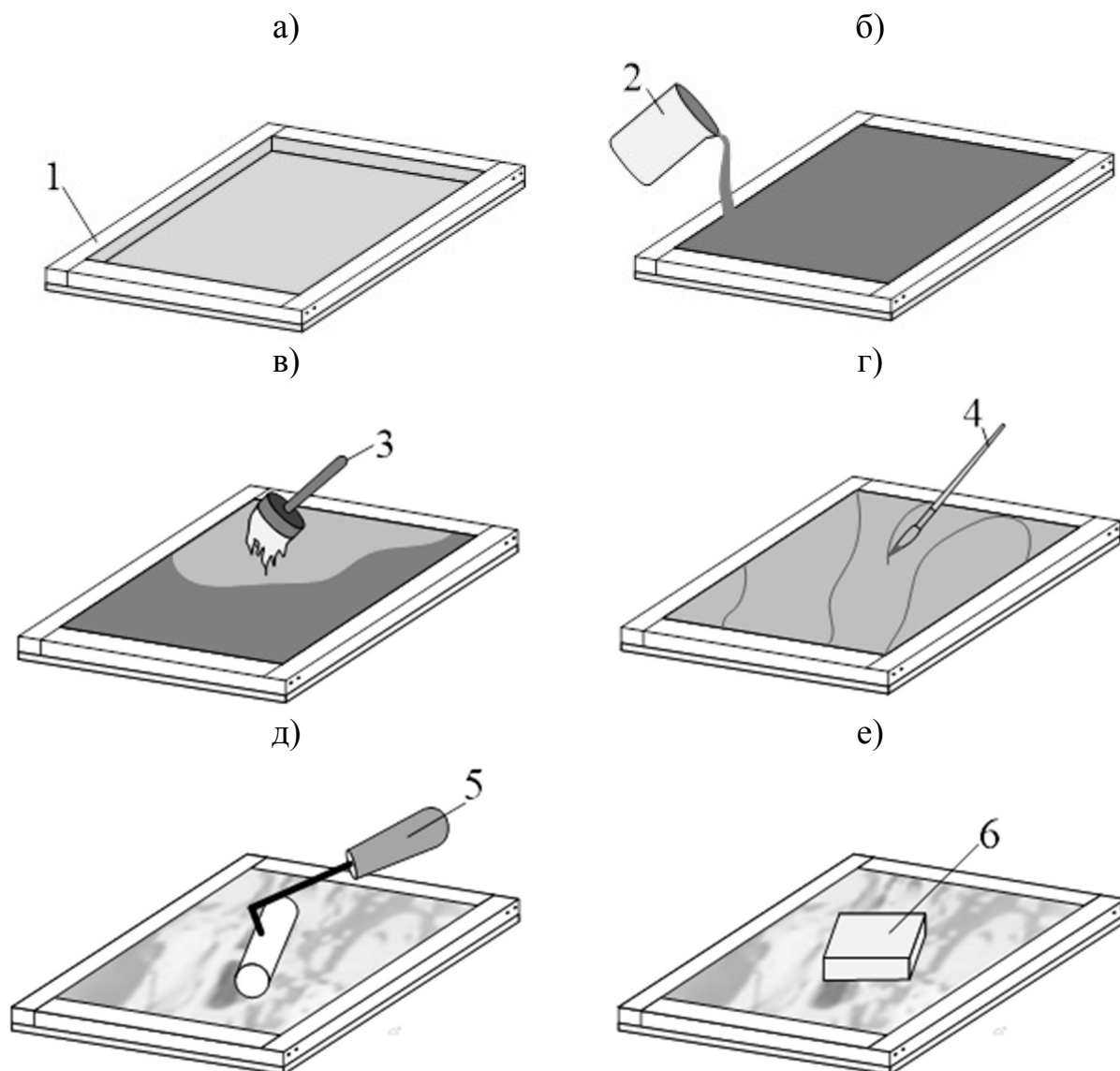


Рис. 8.2. Изготовление утюжного мрамора: а – подготовленная форма; б – заливка гипсового раствора в форму; в – покрытие эмульсией; г – нанесение рисунка; д – обработка горячими утюгами; е – полировка; 1 – форма; 2 – емкость гипсовым раствором; 3 – широкая кисть; 4 – тонкая кисть; 5 – утюжок; 6 – губка

Для приготовления эмульсии делают следующий состав на основе мыльного раствора и известкового молока в соотношении 1:3. Предварительно варят мыльный раствор из расчета 80–100 г мыла на 1 л воды. К 1 л полученного мыльного раствора добавляют 3–4 л известкового молока и тщательно перемешивают.

На обработанную поверхность наносят цветную эмульсию (та же эмульсия, смешанная с пигментами) в виде прожилок и других элементов рисунка

мрамора с помощью тонкой кисти (рис. 8.2, г). После нанесения рисунка производят утюжку поверхности специальными горящими утюжками (рис. 8.2, д). Для этого применяют либо обычные утюжки, которые нагревают от источника тепла до 100–175 °С, либо электрические, нагретые до 200 °С.

Первое заглаживание поверхности утюгом выполняют при температуре 100 °С. Второе заглаживание производят уже при температуре 200 °С с постепенным увеличением силы давления утюга. И заканчивают утюжку (третий раз) мрамора при температуре снова 100 °С.

Если температура не доведена до указанных, то происходит прилипание массы к поверхности утюжка. Если температура будет превышена, то возможно растрескивание поверхности. В местах отслоения необходимо их шпаклевание.

После окончательного отвердевания поверхности утюжного мрамора его основание подвергают обработке восковой пастой и полировке (рис. 8.2, е). Для этого всю поверхность протирают губкой, смоченной в скипидаре, а затем покрывают раствором воска в скипидаре. Затвердевшую восковую пасту с силой натирают при помощи тампона из суконной или холщовой ткани. Для получения глянцевой поверхности наводят блеск фетром, фланелью или замшей.

8.2.3. Изготовление литьевого мрамора

Для приготовления бетонной смеси используют цемент высоких марок и мелкофракционный чистый песок. Данные компоненты тщательно перемешивают (рис. 8.3) и после этого добавляют наполнитель (мелкую гальку, щебень, мраморную крошку и т.п.).

Цвет будущему изделию придает добавление пигмента. На этапе добавления в сухую смесь красящего состава необходимо небольшое перемешивание, которое приводит к неоднородности и разводам, что только улучшает качество материала, поскольку именно они создают неповторимый «мраморный» эффект.

Воду берут из расчета 1:2 к сухой смеси, но вливают ее не сразу. Сначала добавляют около 80 % всей жидкости, а затем тщательно перемешивают. После этого в раствор добавляют пластификатор (примерно 1 % от всего объема смеси) и тщательно перемешивают. Затем массу оставляют на несколько минут, чтобы раствор немного загустел, и только после этого добавляют оставшуюся воду.

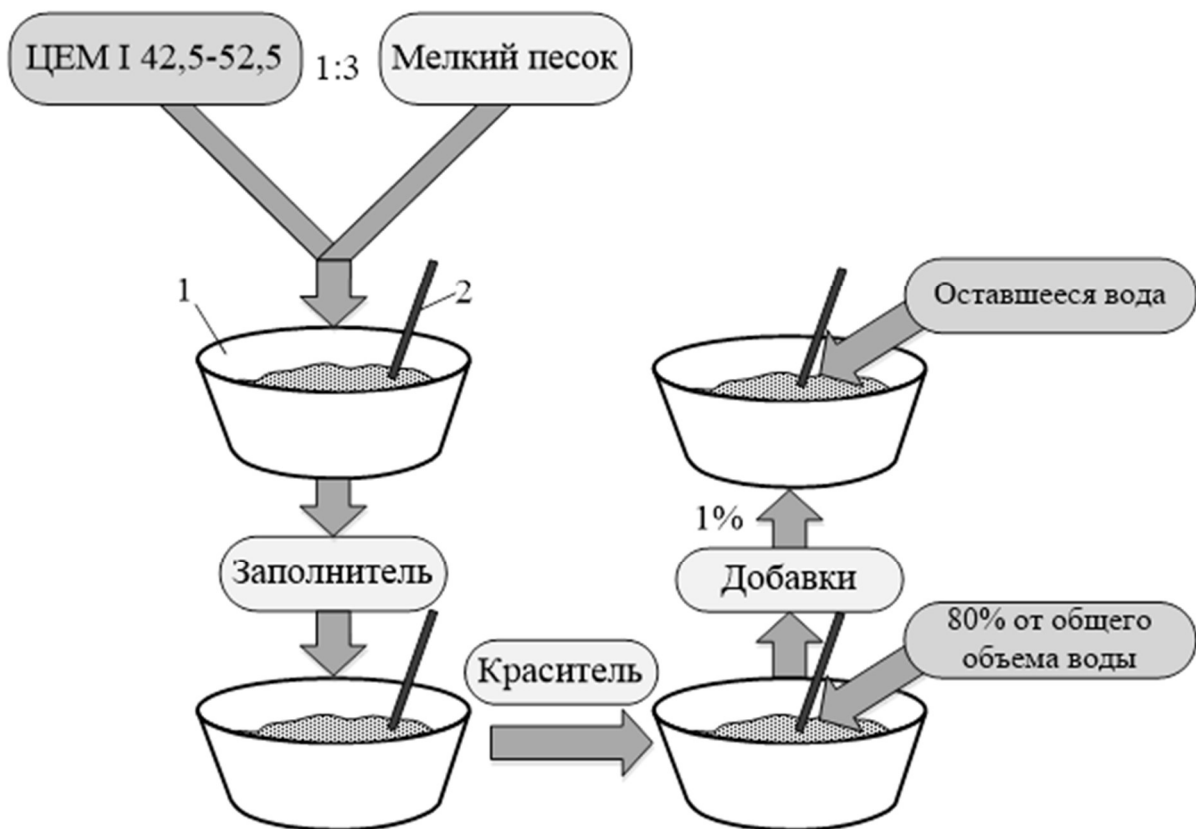


Рис. 8.3. Приготовление бетонного раствора для литьевого мрамора

Для придания окончательного облика будущим «бетонно-мраморным» изделиям в заранее подготовленные формы (рис. 8.4) заливают подготовленный бетонный раствор.

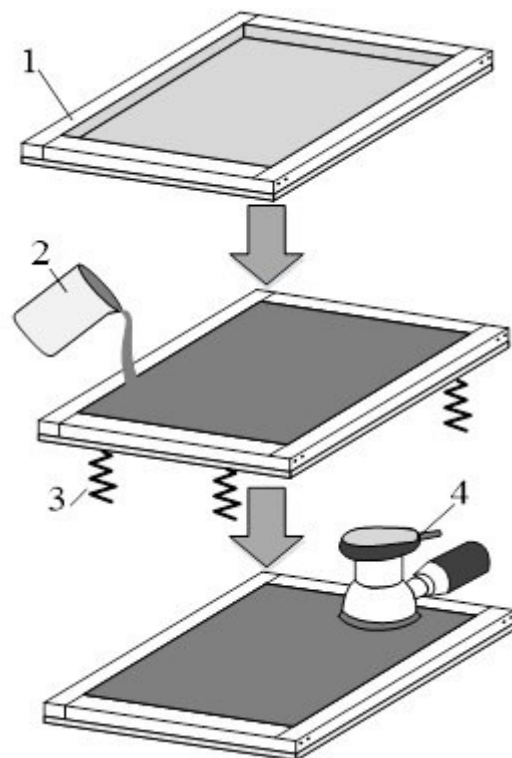


Рис. 8.4. Изготовление литьевого мрамора: 1 – форма; 2 – емкость с бетонной смесью; 3 – вибростол; 4 – шлифовальная машина

Подготовленную матрицу необходимо обработать специальными смазками для легкого извлечения готового изделия из них. Обработанную форму высушивают в течение 5 мин.

Готовую бетонную смесь переливают в обработанную форму и отправляют на уплотнение с помощью вибростола на несколько часов, чтобы минимизировать количество пузырьков воздуха и пористость готового изделия.

Через 12 ч после заливки готовый мрамор извлекают из формы и при необходимости шлифуют, обрезают или придают нужную форму. После обработки изделие очищают от пыли.

8.3. Вопросы для самоконтроля

1. Что такое искусственный мрамор?
2. Какие виды искусственного мрамора вы знаете?
3. Какие виды вяжущих веществ используют при изготовлении искусственного мрамора?
4. Назовите процессы приготовления мрамора.
5. Что такое оселковый мрамор?
6. Какие способы получения оселкового мрамора вы знаете?
7. Назовите основные этапы изготовления оселкового мрамора.
8. Какими инструментами шлифуют и полируют оселковый мрамор?
9. Что такое оселок?
10. Что такое утюжный мрамор?
11. Назовите основные этапы изготовления утюжного мрамора.
12. Что такое эмульсия и зачем ее используют?
13. Чем полируют утюжный мрамор?
14. В чем отличия оселкового от утюжного мрамора?
15. Зачем осуществляют утюжку поверхности утюжками в несколько этапов и при разных температурах?
16. Какие основные компоненты литьевого мрамора?
17. В какой последовательности происходит приготовление бетонного раствора для литьевого мрамора?
18. Назовите этапы изготовления литьевого мрамора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Виноградова, Л.А. Художественное материаловедение вяжущих веществ и технология изготовления декоративно-отделочных материалов на их основе: учеб. пособие / Л.А. Виноградова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 173 с.
2. Бутт, Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М.: Высш. шк., 1980. – 472 с.
3. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства) / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.
4. Кузьменков, М.И. Вяжущие вещества и технология производства изделий на их основе: учеб. пособие / М.И. Кузьменков, Т.С. Куницкая. – Минск: БГТУ, 2003. – 218 с.
5. Смиренская, В.Н. Химическая технология вяжущих материалов: учеб. пособие / В.Н. Смиренская, С.А. Антипина, С.Н. Соколова; Томский политехнический ун-т. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2009. – 200 с.
6. Башкатов, Н. Н. Минеральные воздушные вяжущие вещества: учеб. пособие / Н. Н. Башкатов. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2018. – 148 с.
7. Андреева, Н.А. Химия цемента и вяжущих веществ: учеб. пособие / Н. А. Андреева; СПбГАСУ. – Санкт-Петербург, 2011. – 67 с.
8. ГОСТ 125–79. Вяжущие гипсовые. Технические условия. – Введ. 1980–06–30. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 7 с.
9. Комлев, В.Г. Химическая технология вяжущих материалов: лабораторные работы по курсу «Химическая технология вяжущих материалов» / В.Г. Комлев; Иван. гос. хим.-технол. академ. – Иваново, 1994. – 76 с.
10. ГОСТ 9179–77. Известь строительная. Технические условия. – Введ. 1979–01–01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 6 с.
11. Акимова, Т.Н. Минеральные вяжущие вещества: учеб. пособие / Т.Н. Акимова. МАДИ (ГТУ). – М., 2007. – 98 с.
12. Классен, В.К. Технология и оптимизация производства цемента: краткий курс лекций: учеб. пособие / В.К. Классен. – Белгород: Изд-во БГТУ. 2012. – 308 с.

13. Шмитько, Е.И. Химия цемента и вяжущих материалов: учеб. пособие / Е.И. Шмитько, А.В. Крылова, В.В. Шаталова. – Воронеж: Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т, 2005. – 164 с.
14. Бергер, Э. Техника фрески и техника сграффито / Э. Бергер. – пер. с нем. П. З.; под ред. Н. М. Чернышева и В. Д. Загоскиной. – М.: Изд-во «Художественное издательское акционерное общество АХР», 1930. – 189 с.
15. Шепелев, А.М. Декоративно-художественные работы / А.М. Шепелев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 175 с.
16. ГОСТ 31108–2016. Цементы общестроительные. Технические условия. – Введ. 2017–03–01. – М.: Стандартимформ, 2016. – 12 с.
17. Долгих, А. И. Отделочные работы / А. И. Долгих. – М.: Научная книга, 2013. – 430 с.
18. Комаров, А.А. Технология материалов стенописи / А.А. Комаров. – М.: Изд-во «Изобразительное искусство», 1989. – 210 с.
19. Черноус, Г.Г. Технология штукатурных работ / Г.Г. Черноус. – 3-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 240 с.
20. Завражин, Н.Н. Штукатурные работы высокой сложности / Н. Н. Завражин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 192 с.
21. Виноградова, Л.А. Основы технологии железобетонных изделий: учеб. пособие / Л.А. Виноградова, В.К. Катаргина, И.А. Копосов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2016. – 227 с.
22. ГОСТ 23789–79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. – Введ. 1980–06–30. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 12 с.
23. ГОСТ 310.3–76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема. – Введ. 1978–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 11 с.

Учебное издание

Виноградова Любовь Алексеевна

**Технология получения гипсовых форм и декоративно-художественных
изделий на основе вяжущих веществ**

Учебное пособие

Редактор В.Л. Родичева

Подписано в печать 11.12.2018. Формат 60×84 1/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 4,13. Тираж 100 экз. Заказ

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
химико–технологический университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
редакционно-издательского центра ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр-т, 7