Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2024 12:43:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Машины и технологии литейного производства»

Дисциплины: «Современные технологии художественной обработки материалов», «Технологии производства художественно-промышленных объектов»

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ

Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам, изучаемым по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов»

Составители: В.В. Солохненко, В.Д. Илюхин, С.А. Кондратьев, А.Д. Огнева

Текстовое электронное издание

Москва
2024

Об издании 1

Подготовлены в помощь студентам на практических занятиях. В методических указаниях дано описание видов и составов искусственного камня, а также области их применения в настоящее время. Разобраны технологии получения изделий из полиэфирного камня, камня на цементной и гипсовой основе. Показаны конструкции технологической оснастки для получения изделий из искусственного камня разных видов. Описаны технологии производства оснастки. Представлены методики реализации лабораторных работ для изучения особенностей камня на гипсовой основе.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов».

Рецензент:
А.А. Пономарёв, к.т.н., доцент
кафедры «Машины и технологии
литейного производства»
Московского Политеха

Рекомендовано к изданию
на заседании кафедры «Машины
и технологии литейного производства»
(протокол № 1 от 02.03.2024)

Системные требования: PC-совместимый процессор 1,3 ГГц и выше.
Оперативная память (RAM): 256 Мб. Необходимо на винчестере: 350 Мб.
Операционные системы: Windows, Mac OS. Видеосистема: разрешение
экрана 1024x768. Дополнительные программные средства:
Adobe Acrobat Reader 9 и выше.

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *А.В. Куркова*
Компьютерная верстка: *Н.Р. Гуськова*

Подписано к использованию 10.06.2024
Объем издания 561 Кб. Заказ № 21/24

Издательство Московского Политеха
115280, Москва, Автозаводская, 16
www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru;
тел. (495) 276-33-67

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ВИДЫ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ 6

2. ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ 11

2.1. Полиэфирный камень 11

2.1.1. Общие сведения 11

2.1.2. Технологический процесс получения столешницы из полиэфирного камня 12

2.1.3. Технологический процесс получения скульптуры из полиэфирного камня 18

2.2. Камень на цементной основе 29

2.3. Камень на гипсовой основе 32

3. МЕТОДИКИ РЕАЛИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 43

3.1. Определение зависимости цвета камня на гипсовой основе от состава смеси 43

3.2. Определение зависимости цвета камня на гипсовой основе от количества пигмента в смеси 45

3.3. Изготовление камня на гипсовой основе с контрастными цветами и плавным переходом цветов 47

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 51

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 52

ВВЕДЕНИЕ

Природный камень давно зарекомендовал себя как прекрасный и универсальный отделочный материал. Его применяют для украшения интерьеров помещений, облицовки фасадов зданий, организации придомовых территорий и садово-парковых зон.

Основное и неоспоримое преимущество натурального камня по сравнении с другими материалами – это его долговечность. На протяжении многих веков камень способен сохранять свою конструкционную целостность и даже представительный внешний вид. Ему не страшны избыточная влага, низкие температуры и пагубное воздействие химически активных веществ.

С декоративной точки зрения природный камень – это материал с уникальным внешним видом. Цвет текстура, а в некоторых случаях и фактура камня – это инструменты, с помощь которых создают интерьеры помещений и образы архитектурных объектов.

Вместе с тем природный камень, как материал, не лишён недостатков. Ограниченность залежей и сложности с добычей природного камня определяют его высокую стоимость. Технология обработки камня – это всегда тяжелой и длительный процесс, причиной которого является хрупкость или же наоборот высокая твёрдость материала.

Уровень развития современной науки и технологий позволил создать материал, который стал альтернативой природному камню. Этот композитный материал на основе природных компонентов получил название искусственного камня. В зависимости от своего состава он может имитировать природные аналоги: гранит, мрамор, оникс и многие другие. А физико-механические свойства искусственного камня – прочность, химическая стойкость и другие – выше, чем у природных материалов.

Интерес к искусственному камню как к надёжному материалу наглядно иллюстрирует тот факт, что в 2009–2011 годах из искусственного мрамора были изготовлены копии скульптур Летнего сада г. Санкт-Петербурга (рис. 1).



Рис. 1. Выставка в Михайловском замке «О копировании скульптур Летнего сада в Русском музее». Слева направо: мраморный оригинал после реставрации, форма для отливки и копия из искусственного мрамора [1]

1. ВИДЫ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ

Искусственный камень – это обобщённое название целой группы материалов, имитирующих натуральные минералы, такие как гранит мрамор и др. Также к этой группе относятся материалы, не имеющие природного аналога, но содержащие в составе природные минеральные компоненты. Хорошим примером такого искусственного материала является керамогранит.

На сегодняшний день, наибольшую известность и как следствие востребованность нашли следующие виды искусственного камня:

– кварцевый агломерат;
– акриловый камень;
– полиэфирный камень;
– камень на цементной основе;
– камень на гипсовой основе.

В состав кварцевого агломерата входит природный кварц, в количестве 91...93%, полиэфирная смола и цветных пигментов, общим объёмом 9...7% [2].

Кварцевый агломерат получают методом вибропрессования хорошо перемешанной смеси материалов в условиях вакуума и высокой температуры. Конечным результатом этого процесса является объёмная заготовка, которую затем распиливают на пластины (слэбы). После этого слэбы разделывают на заготовки требуемого размеры и подвергают механической обработке, а затем полировке.

Кварцевый агломерат применяют для кухонных и ванных столешниц, подоконников и ступенек лестниц, плит облицовки бассейнов и каминов.

Изделия из кварцевого агломерата отличаются высокой прочность, долговечность, а также устойчивостью к перепадам температур. Все эти свойства формируются дорогой и сложной в реализации технологией производства.

Акриловый камень – это композитный материал на основе акриловой смолы в качестве связующего [3]. Наполнителем выступает смесь натуральных минеральных добавок и цветных пигментов. В состав акрилового камня входит – 30% связующего (акриловой смолы), 69% наполнителя и до 1% цветных пигментов.

Изделия из акрилового камня получают методами литья и экструзии. Первый из них применяют для пространственных объектов, таких как раковины, или для изделий сложной конфигурации. Второй используют для получения листов (слэбов). Такие листы в дальнейшем разделывают на отдельные элементы и при помощи клея собирают изделия [4]. Например, угловые кухонные столешницы или столешницы изогнутой формы.

Технология изготовления акрилового камня начинается с подготовки смеси. Сухие минеральные компоненты подбирают по размеру частиц, взвешивают и равномерно перемешивают между собой. Далее в смесь компонентов вводят разогретый акрил и перемешивают до достижения одного состояния. Последний этап – придание вязкой массе требуемой формы.

При литье, горячей смесью заполняют заранее подготовленную форму. И после охлаждения её аккуратно разбирают и извлекают отливку. В случае экструзии подготовленная смесь поступает в экструдер, где выдавливается через формовочную головку, тем самым приобретая требуемую форму. На выходе из формовочной головки ещё пластичная заготовка дополнительно прокатывается роликами. Это операция сглаживает возможные неровности.

Недостатком и одновременно преимуществом акрилового камня является его способность приобретать пластичность при нагреве до температуры 150...170°С. Эта особенность позволяет применять термоформовку для получения изделий с закруглёнными краями и плавными изгибами.

Акриловый камень можно резать и фрезеровать, чтобы украсить различными декоративными пазами и канавками. Окончательная обработка такого камня заключается в шлифовке и полировке поверхности.

Полиэфирный камень имеет состав схожий с акриловым. Связующим веществом выступает полиэфирная смола (20...40%), наполнителем – смесь измельчённых природных минералов и цветных пигментов (80...60%). Для затвердевания смеси дополнительно вводят отвердитель (3... 6% от массы смеси).

Изделия из полиэфирного камня получают методом литья. Особенность технологии литья заключается в том, что используют два вида смесей – облицовочную и наполнительную. Облицовочная смесь на основе гелькоута создаёт внешний слой изделия из

полиэфирного камня. Наполнительная – на основе смолы формирует объём самого изделия.

Смеси готовят тщательно, перемешивая наполнитель смолу и отвердителя. Желательно это делать в вакуумном миксере. Если его нет, то смесь после перемешивания вакуумируют для удаления замешанных пузырьков воздуха. Облицовочную смесь наносят на форму и после начала её полимеризации, поверх заливают наполнительную.

Полиэфирный камень применяют для изготовления тех же изделий что и акриловый. Это кухонные мойки и раковины, столешницы и подоконники, стойки и постаменты. Основное преимущество полиэфирного камня – меньшая себестоимость изделий по сравнению с акриловым камнем и тем более кварцевым агломератом. Это объясняется меньшей стоимостью исходных материалов и более простой технологией производства. В дополнении к этому, возможности материала и технологии производства полиэфирного камня позволяют получать из него скульптуры и другие объёмные изделия.

Недостатком полиэфирного камня является вредное воздействие паров полиэфирной смолы, которые возникают в процессе работы. Поэтому работать с полиэфирной смолой необходимо только с использованием средств индивидуальной защиты и в хорошо проветриваемом помещении.

Камень на цементной основе по составу это цементо – песчаная смесь, дополненная цветными пигментами, пластификатором гидрофобными веществами и армирующими материалами [5].

Связующим веществом является портландцемент (25...33%), наполнителем – кварцевый песок 75...67%). Цемент приобретает связующие свойства при добавлении обычной воды (25...30% от массы цемента). Дополнительные компоненты придают смеси определённые свойства. Пигменты – цвет, гидрофобные вещества способность выдерживать воздействие влаги и при этом не разрушаться. Последние позволяют использовать изделия из камня на цементной основе не только внутри помещений, но и на улице. Камень на цементной основе применяют для формирования фасадов зданий и сооружения.

Камень на цементной основе применяют для облицовки стен и фасадов зданий. Он используется для изготовления тротуарной

плитки и брусчатки, а также функциональных элементов садово-парковой архитектуры.

Изделия из камня на цементной основе получают методом виброформовки в открытых или закрытых формах. Тип формы зависит от конфигурации объекта. Открытые формы применяют для облицовочных плиток и тротуарной плитки, закрытые для объёмных объектов (постаменты, балясины).

Камень на гипсовой основе в настоящее время широко применяется для отделки интерьеров, как жилых, так и общественных помещений. Это объясняется его низкой стоимостью и широкими декоративными возможностями.

Смесь для получения гипсового камня включает в себя два основных компонента – гипс и воду, дополнительные компоненты – замедлитель и красящие вещества. Соотношение воды и гипса – 40 и 60% соответственно. Замедлителем выступает лимонная кислота в количестве 0,1 % от массы смеси. Количество красящих пигментов варьируется от 0,1 до 3%. Пигменты допускается заменять красками на водной основе.

Для получения прочных изделий применяют смесь на основе гипса белого цемента, наполнителя (кварцевого песка) и метокаолина, как модификатора.

Изделия из камня на гипсовой основе получают методами литья или виброформовки. Выбор того или иного метода определяется вязкостью смеси. Гипсовые смеси заливают в формы под действием гравитации. Гипсоцементные формуют с использованием вибростола.

Камень на гипсовой основе выпускают в виде плиток разных размеров и конфигураций.

В разных источниках для определения того или иного вида искусственного камня используют самые разнообразные термины – жидкий камень, полимербетон, литьевой камень, жидкий мрамор и др. Каждый из этих терминов отражает конкретную особенность материала. Термин жидкий камень даёт понимание о технологии получения изделий из этого материала – технологии литья. Термин жидкий мрамор подчёркивает то, что этот материал способен имитировать натуральный мрамор.

Названия видов искусственного камня и их разделение, представленное в этой работе не преследует своей целью оспорить термины, которые используют в других работах. Тем более что многие из них употребляют сами производители искусственного камня. Основная цель -систематизировать знания о видах искусственного камня, востребованных в настоящее время. Исходя из этого и используемых терминах все виды искусственного камня можно разделить на две крупные группы:

– искусственный камень на органических связующих;

– искусственный камень на минеральных связующих.

К первой группе относится кварцевый агломерат, акриловый и полимерный камень. Вторая группа объединяет камень на гипсовой и цементной основах.

2. ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ

2.1. Полиэфирный камень

2.1.1. Общие сведения

Из всех видов искусственного камня на органических связующих наибольшее распространение получил полиэфирный камень. Его используют как для объектов простой конфигурации – столешниц и раковин, так и для литья полноценных скульптур.

В общем случае смесь для получения изделий из полиэфирного камня включает:

1. Связующее вещество – полиэфирная смола (20…40%);
2. Отвердитель (0,5…1% от количества смолы);
3. Наполнитель – натуральная минеральная крошка разных фракций (80…60%);
4. Красители для смолы или красящие пигменты.

Компоненты смеси рассчитываются по объёму, а конкретный состав смеси зависит от вида получаемого изделия и метода заполнения смесью формы. Например, чтобы добиться имитации мрамора необходимо использовать мраморную муку и крошку разной фракции, а соотношение связующего и наполнителя – 22 к 78%. Для имитации полупрозрачного оникса соотношение связующего и наполнителя должно быть 40 к 60%.

Наполнители смеси подбирают под требования к цвету и текстуре будущего изделия. Помимо мраморной крошки в составе может использоваться кварцевый песок, молотый кварцевый песок и каменная крошка других горных пород с размером фракции до 2…5 мм [6]. Например, для искусственного мрамора используют мраморную муку размер частиц которой может меняться от 40 до 315 мкм и мраморную крошку с размером частиц 200…500 мкм (0,2…0,5 мм). Соотношение муки и крошки в общем объёме наполнителя составляет 50 на 50 % [7].

В процессе приготовления смеси пигменты вводят в наполнитель, а красители в смолу, как саму по себе, так и после смешивания с отвердителем. Причём, красители являются более удобным

материалом, так как добавляют их до момента достижения желаемого цвета. Малая концентрация красителя окрашивает смолу в полупрозрачный цвет и по мере увеличения его количества смола теряет прозрачность. Как правило, максимальная концентрация красителей-концентратов не превышает 5% от её массы.

Последовательность этапов технологического процесса получения изделий из полиэфирного камня одинаковая вне зависимости от изделия. Однако конструкция используемой оснастки и порядок выполнения отдельных операций разный. Поэтому отдельно будут рассмотрены процессы изготовления плоского изделия – столешницы и объёмного изделия – скульптуры.

2.1.2. Технологический процесс получения столешницы из полиэфирного камня

Процесс изготовления столешницы из полиэфирного камня включает в себя следующие этапы:

– Подготовка опалубки;
– Подготовка смесей и заполнение опалубки;
– Снятие опалубки;
– Обработка отливки

Подготовка формы

Для плоской столешницы подготовку формы начинают с модели будущей столешницы (рис. 2). Её вырезают из древесно-стружечных плит (ДСП) скреплённых вместе. Требуемую толщину модели получают наложением листов друг на друга.



Рис. 2. Конструкция модели столешницы

Далее по размерам модели изготавливают стол-основание (рис. 3). Стол собирают из отдельных листов ДСП (1) с внутренними рёбрами жёсткости (2).

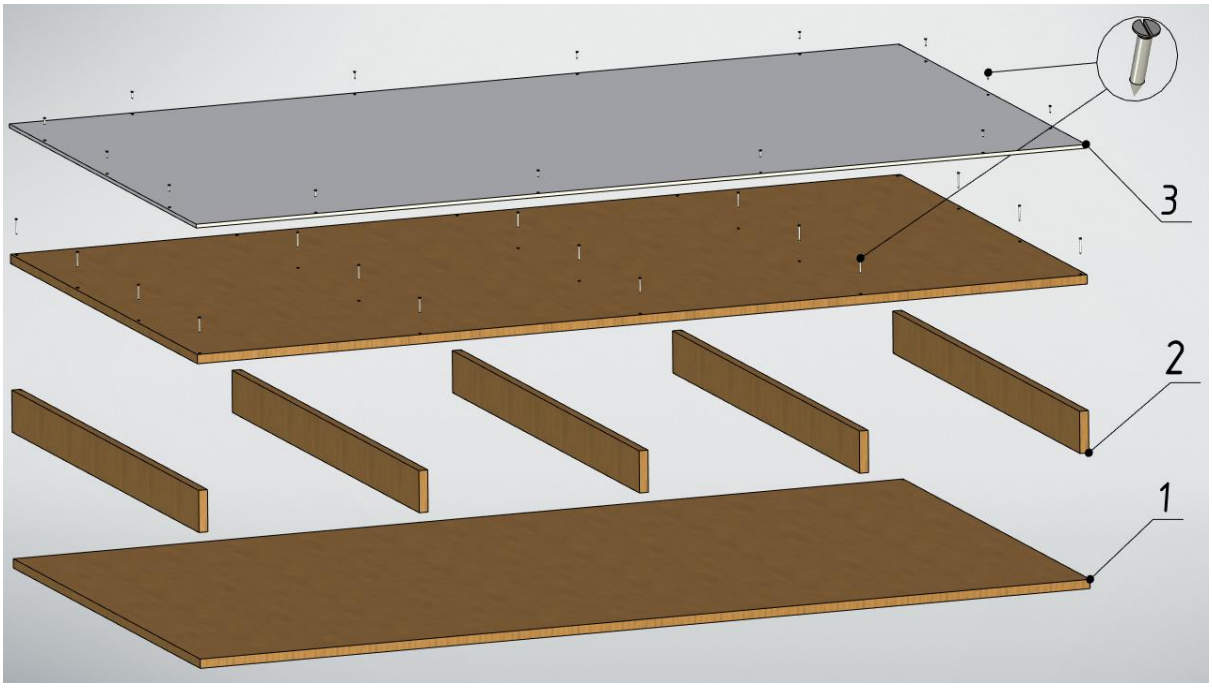


Рис. 3. Конструкция стола-основания:
1 – листы ДСП; 2 – рёбра жёсткости из ДСП; 3 – лист ламинированного ДСП

Он должен быть прочным, чтобы выдержать массу заливаемой смеси. Горизонтальную (рабочую) плоскость стола покрывают слоем из ламинированного ДСП (ЛДСП) – 3 (рис. 3). Скрепление всех элементов стола осуществляют с помощью самонарезающих винтов. ЛДСП крепят к столу только по контуру.

После изготовления стола на его горизонтальной поверхности формируют опалубку. Опалубка – это борта, которые будут удерживать массу жидкого гранита до момента его затвердевания. Модель столешницы укладывают на стол и по её контуру выставляют элементы опалубки. Если столешница простой прямоугольной формы, то опалубку также изготавливают из листов ДСП. Если она имеет сложные криволинейные поверхности, то борта, для оформления таких поверхностей, выполняют из тонкого листового материала. Таким материалом может быть ДВП с толщиной 2 мм или оргстекло (листовой ПЭТ или МДФ), толщина которого 1мм (рис. 4).

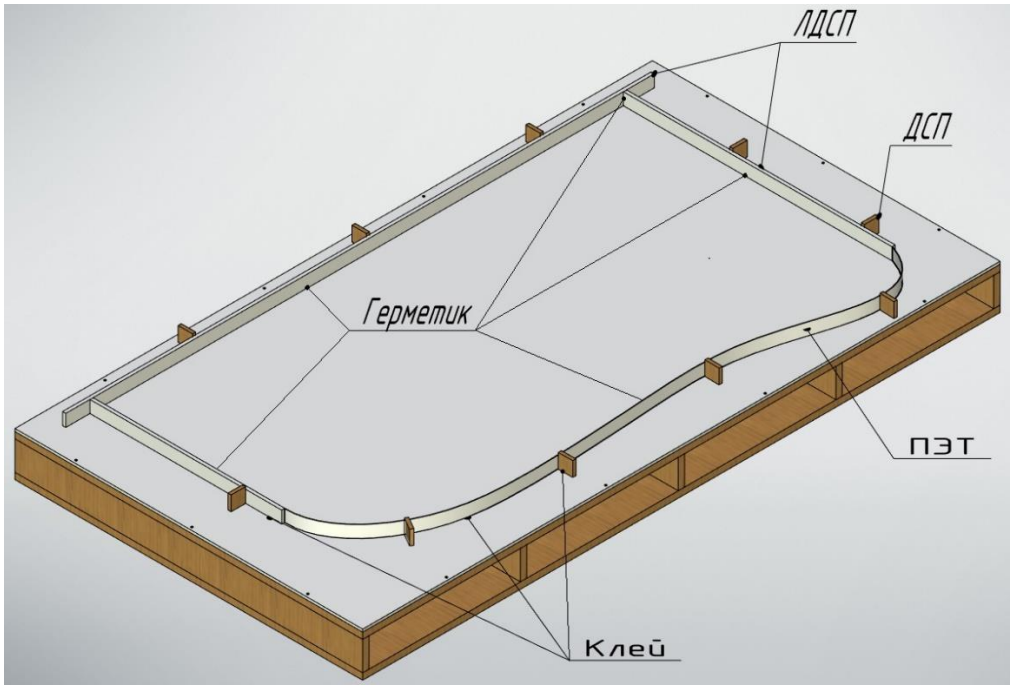


Рис. 4. Стол-основание с опалубкой (без модели столешницы)

Опалубку крепят на столе с помощью клея. Стыки между опалубкой и основанием герметизируют пластилином или герметиком. В обязательном порядке опалубку усиливают. Для этого с внешней стороны добавляют рёбра жёсткости, из ДСП или МДФ. К опалубке и основанию их крепят с помощью клея. Бортам из листового материала такие рёбра жёсткости позволяют также придать требуемый изгиб формы.

После установки опалубки модель столешницы удаляют, подрезают по контуру на 5-10мм и сверлят частые сквозные отверстия. В дальнейшем эта подрезанная модель будет использована как вставка в опалубке для экономии смеси.

Поверхность стола внутри опалубки и саму опалубку покрывают разделительной восковой смазкой. А поверхность стола снаружи опалубки прикрывают плёнкой или листами ДВП, чтобы уберечь от загрязнения при распылении и заливке состава.

Подготовка смесей и заполнение опалубки

При изготовлении столешниц из жидкого гранита применяют несколько видов смесей на основе полиэфирной смолы. В первую очередь опалубку заполняют облицовочной смесью. Эта смесь формирует видимую часть столешницы и именно она определяет декоративные и защитные свойства всего изделия.

Облицовочная смесь включает гелькоут, а также смесь различных красителей и наполнителей для придания нужного оттенка и текстуры поверхности изделия.

Сам по себе гелькоут – это материал для формирования защитно-декоративного покрытия, который применяют не только для изготовления искусственного камня. Он может быть прозрачным, а может включать различные мелкодисперсные наполнители и цветные пигменты. Покрытие, сформированное из гелькоута надёжно защищает поверхность от воздействия ультрафиолета, жидких и газообразных сред, обеспечивает глянцевый блеск изделия.

Смесь готовят, добавляя наполнители и красители в заранее отмеренное количество гелькоута, после чего перемешивают вручную до однородного состояния. В самую последнюю очередь добавляют отвердитель.

Облицовочную смесь наносят методом распыления. Для этого применяют смесь следующего состава – гелькоут (60…70%) и смесь наполнителей (40…30%). Такую смесь наносят на опалубку тремя слоями, при этом каждый последующий слой начинают наносить тогда, когда начинается процесс полимеризации предыдущего (рис. 5, а). Объём смеси готовят на все три слоя сразу, но отвердитель не добавляют. При подготовке к напылению каждого слоя от подготовленного объёма берут необходимую порцию смеси и перемешивают её с отвердителем.

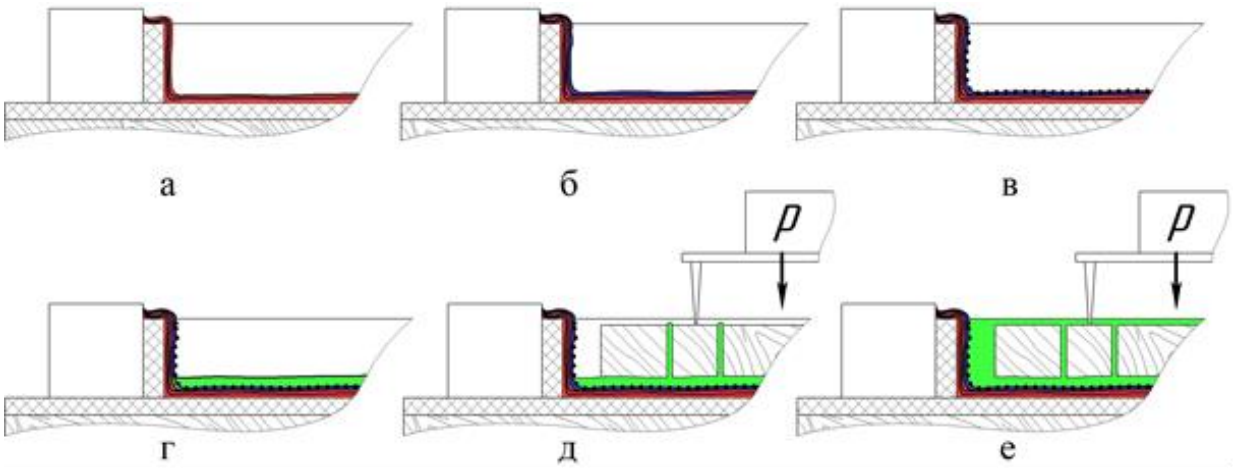


Рис. 5. Последовательность изготовления столешницы из полиэфирного камня: а – напыление 3 облицовочных слоёв; б – напыление грунтовочного слоя; в – укладка стеклоткани; г – заливка первого клеевого слоя; д – укладка модели столешницы; д – заливка второго клеевого слоя

После создания облицовочного слоя формируют грунтовочный слой (рис. 5, б). Он включает полиэфирную смолу краситель и отвердитель. Сразу же после нанесения грунтовочного слоя в него укладывают стеклоткань и прикатывают его валиком. Операцию прикатки следует выполнять тщательно, чтобы выгнать пузырьки воздуха, оказавшиеся в слое смолы.

Не дожидаясь начала полимеризации грунтовочного слоя формируют клеевой слой (рис. 5, г, д). Полиэфирную смолу смешивают с кальцитом в пропорции 1:1, добавляют отвердитель и заливают поверх стеклоткани. Густую смесь разравнивают шпателем равномерно, по всей площади опалубки. Далее укладывают модель столешницы, обрезанную ранее. Модель обязательно пригружают. Грузы устанавливают на специальный полки с острыми ножками, так как поверх обрезанной модели заливают ещё один клеевой слой. Этот клеевой слой готовят по соотношению смола кальцит – 1:1,5 и он полностью скрывает модель столешницы. Ножки полок при этом оказываются охвачены смесью и чем острее они будут, тем легче их будет удалить после затвердевания смеси.

Основной задачей грунтовочного и клеевого слоёв является надёжное сцепление облицовочного декоративного слоя с вставкой (обрезанной моделью) из ДСП.

После предварительной полимеризации смеси (3…5 ч) грузы удаляют, а после окончательной (10…15 ч) столешницу извлекают из опалубки и обрабатывают.

Снятие опалубки

В процессе напыления и заливки смесей в опалубку по её верхнему торцу формируется нарост, который может препятствовать разборке. Потому перед разборкой опалубки этот нарост удаляют с помощью углошлифовальной машины с лепестковым диском.

Далее опалубку разбирают, начиная с наружных рёбер жёсткости. Лёгкими ударами молотка по элементам опалубки заставляют их сойти со своего места. Во избежание смещения столешницы все элементы опалубки снимают строго вверх.

Столешницу снимают со стола-основания с помощью деревянных клинышков. Клинышки аккуратно вбивают в зазор между столом и столешницей равномерно по всему периметру.

Обработка отливки

Сняв и осмотрев столешницу, убедившись в отсутствии дефектов, её возвращают в прежнее положение и выполняют выравнивание и шлифовку обратной стороны столешницы. Для этого используют эксцентриковую шлифмашину и шлифовальные круги с зернистостью Р40.

После обработки обратной стороны столешницы её переворачивают лицевой стороной вверх, протирают ацетоном и приступают к обработке всех лицевых поверхностей столешницы, как горизонтальных, так и вертикальных. Обработку ведут эксцентриковой шлифмашиной в несколько этапов. На первом этапе обработку ведут шлифовальными кругами зернистостью Р40, Р80 и в заключении Р150. На втором этапе с помощью ручного фрезера и фигурной фрезы формируют красивый лицевой торец столешницы. На третьем этапе выполняют шлифовку кругами зернистостью Р240, Р320, Р400 и Р600. После шлифовки горизонтальную плоскость столешницы и лицевой торец обрабатывают скотч брайтом. Дополнительно с помощью скотч брайта вручную обрабатывают лицевой торец столешницы.

Обработку можно завершить на данном этапе, хорошо протерев всю поверхность столешницы ацетоном. Столешница будет готова к установке, а её поверхность будет матовой. Если продолжить обработку, то можно добиться глянцевого блеска. Для этого, необходимо продолжить шлифовку кругами зернистостью Р800, Р1000, Р1500 и Р2000. После завершения шлифовки столешницу протирают влажной тряпкой для удаления пыли и приступают к полировке.

Столешницу не полируют сразу целиком. Это выполняют последовательно участок за участком. Полировальную пасту наносят на участок столешницы и с помощью углошлифовальной машины с фетровым кругом растирают её по поверхности. Полировку ведут на малых оборотах, контролируя температуру столешницы на ощупь. Нельзя допускать перегрева столешницы. Желательно при полировке слой пасты периодически сбрызгивать водой.

Полировку каждого участка выполняют двумя вида паст, сначала пастой с крупной зернистостью абразивного материала, затем пастой с малой зернистостью. После завершения полировки столешницу протирают влажной тряпкой для удаления остатков

пасты и переходят к финишной полировке. Её выполняют углошлифовальной машиной и кругом из натурального меха. Отполированную столешницу вновь протирают влажной тряпкой, и она полностью готова к установке.

2.1.3. Технологический процесс получения скульптуры из полиэфирного камня

Для изготовления скульптур из полиэфирного камня, в отличие от столешниц, применяют закрытые формы. То есть такие формы, стенки которых окружают будущую отливку со всех сторон. А для заполнения смесью таких форм предусматривают заливные отверстия.

По конструкции такие формы комбинированные. Они состоят из эластичной оболочки, которая формирует отливку и жёсткого кожуха, задача которого фиксировать эластичную оболочку в нужном положении.

Для изготовления эластичных вставок применяют силиконы холодного отверждения. Материал кожуха зависит от размера формы. Для кожухов небольших форм, с которыми можно работать на столе, применяют высокопрочный гипс. Для крупных форм, замер которых может достигать человеческого роста – оболочковые пластиковые кожухи. Использование гипса для таких форм сделало бы их очень тяжёлыми.

Технологический процесс получения скульптуры из полиэфирного камня состоит из следующих этапов:

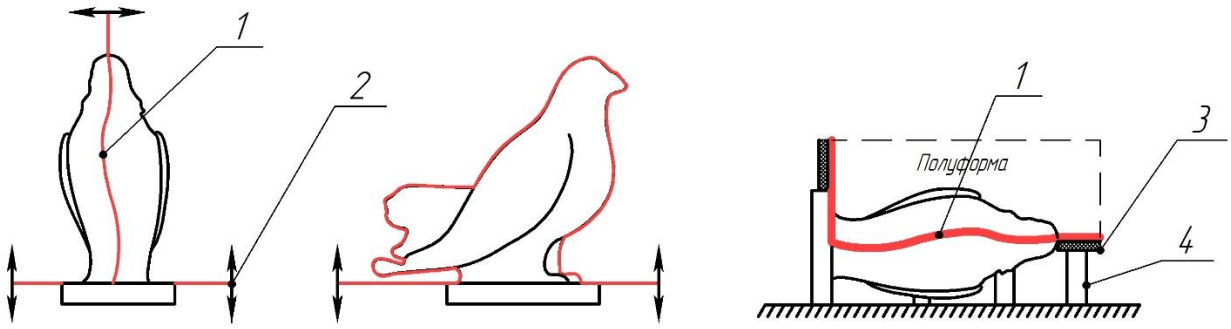
– Получение мастер-модели;
– Изготовление формы;
– Подготовка смесей и заполнение формы;
– Обработка отливки

Получение мастер-модели

Процесс получения скульптуры из полиэфирного камня начинают с изготовления мастер-модели будущего изделия. Модель может быть вылеплена вручную скульптором, из пластилина или глины. А может быть спроектирована в программе компьютерного моделирования и получена методом 3D-печати или фрезеровкой на станке с числовым программным управлением (ЧПУ).

Изготовление формы

На поверхности готовой мастер – модели размечают разъёмы будущей литейной формы, после чего переходят к выкладке бортика, который также носит название разъёма (рис. 6, б).

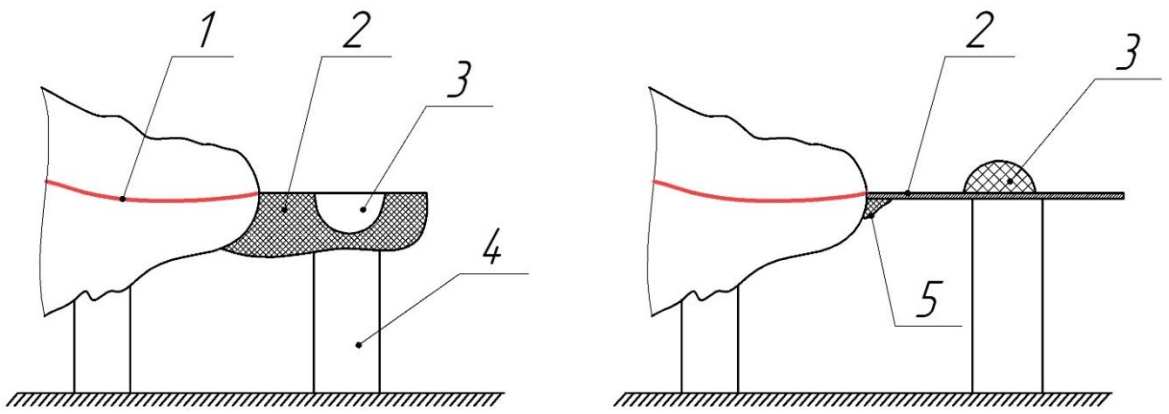


а) *б)*

Рис. 6. Формирование разъёма на мастер-модели:
а – разметка разъёма на поверхности мастер-модели; б – формирование бортика (разъёма) для изготовления полуформы;
1 – линия разъёма полуформ, 2 – направление разборки формы,
3 – бортик (разъём), 4 – подпорки

Разъём – это тонкий и широкий бортик на поверхности мастер-модели. Одна грань такого бортика должна строго соответствовать размеченной линии разъёма (рис. 6, б). Это объясняется тем, что части будущей литейной формы изготавливают последовательно. Поэтому перед выкладкой разъёма необходимо выбрать – для какой части модели, относительно плоскости разъёма будет изготавливаться часть формы. Со стороны этой, пока ещё не существующей части формы, бортик должен соответствовать линии разъёма.

Если ширина бортика небольшая, то его выкладывают из пластилина (рис. 7, а). Из пластилина делают пластинки небольшого размера и постепенно укладывают по рельефной поверхности мастер-модели, вдоль линии разъёма. Пластилин легко приклеивается к поверхности модели. Но даже использую небольшие пластинки не получится сформировать сплошной бортик без зазоров. Поэтому далее с помощью стека и дополнительного количества пластилина заделывают зазоры между бортиком и поверхность модели.



а) *б)*

Рис. 7. Формирование разъёма (бортика) из пластилина (а) и металлических пластин (б):
1 – линия разъёма полуформ, 2 – разъём (бортик), 3 – замок, 4 – подпорка, 5 – термоклей

Если бортик широкий, пластилин не используют, так как он будет прогибаться под собственным весом. Широкий бортик формируют из тонких металлических листов (рис. 7, б). Такой лист удобно изгибать по линии разъёма. В мастер-модель, выполненную из пластилина или глины металлические листы внедряют на небольшую глубину, а поверхность вокруг листов аккуратно разглаживают стеком. Если мастер модель пластиковая, то металлические листы закрепляют на её поверхности с помощью термоклея. Зазоры между листами и поверхностью модели заделывают пластилином.

В самую последнюю очередь на разъёме выполняют замки. Это элементы, которые обеспечивают правильное расположение частей формы друг относительно друга при сборке. В пластилиновом бортике замки, а вернее модели замков, выполняют простым вдавливанием стека в поверхность бортика. Форма углублений должна быть полусферической или конической. На металлическом бортики модели замков выполняют из пластилина в виде конусов или полусфер (рис. 7 б).

После выкладки разъёма поверхность мастер-модели и поверхность бортика покрывают разделительным составом. В качестве разделительного состава могут использоваться восковая смазка, выпускаемая в виде спрея или вазелин. Самым простым и дешёвым вариантом является вазелин. Однако его использование

требует аккуратности, так как он густой и может легко забиваться в рельеф поверхности, сглаживая его. Вазелин наносят кисточкой на мастер-модель и тщательно размазывают по его поверхности. Далее переходят к изготовлению эластичной вставки выбранной части формы.

Для изготовления эластичных вставок применяют силиконы холодного отверждения. По-другому их называют компаундами и это композиции на основе различных полимеров.

Компаунды различают по физико-механическим свойствам, таким как прочность, тврёдость и удлинение при разрыве и др. Эти свойства определяют, область их использования.

Компаунды с высокой вязкостью применяют для мастер-моделей с крупным рельефом на поверхности, так как тонкий рельеф они не смогут воспроизвести. Компаунды с высокой твёрдостью для форм, которые должны выдерживать нагрузки в процессе использования. Например, запрессовка модельного состава из инжектора, при изготовлении выплавляемых моделей. Кроме этого компаунды выбирают исходя из тиража, выпускаемых отливок или моделей.

По составу компаунды бывают двухкомпонентные, они затвердевают при смешивании двух частей, в равных пропорциях (двухкомпонентные компаунды) и компаунды, затвердевающие при добавлении катализатора. Для изготовления эластичных вставок применяют последние.

Эластичная вставка как правило многослойная. Она состоит из облицовочного слоя, который контактирует с поверхностью мастер-модели, армирующего слоя – он удерживает армирующий материал и покрывных слоёв.

Первым на поверхности мастер-модели формируют облицовочный слой (рис. 8, а-г). Основу компаунда и катализатор взвешивают в отдельных ёмкостях. После чего катализатор вводят в основу и тщательно перемешивают. Далее смесь вакуумируют для удаления замешанных пузырьков воздуха. Если пропорции основы и катализатора выдержаны верно, компаунд будет оставаться текучем долгое время, достаточное для выполнения всех технологических операций.

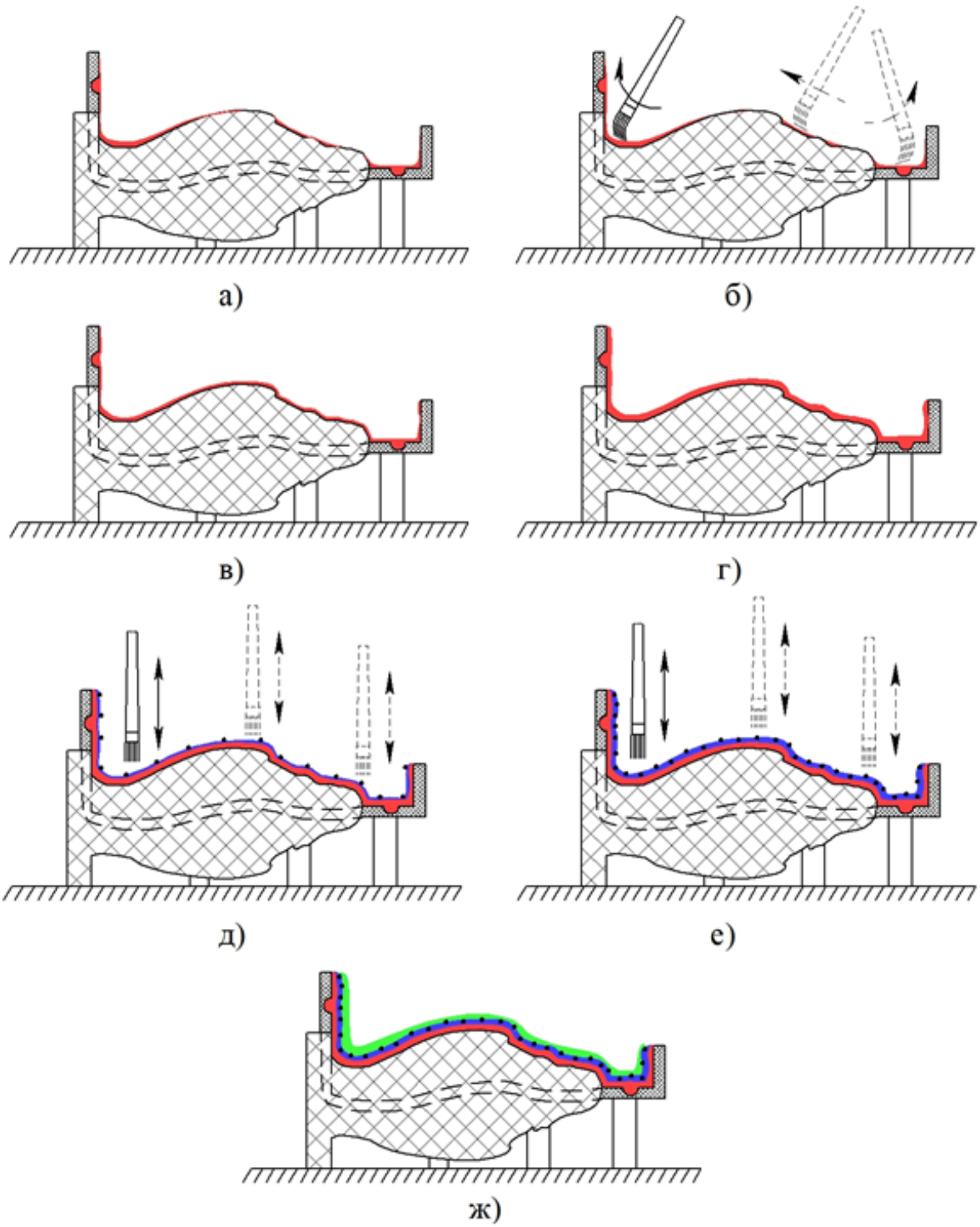


Рис. 8. Последовательность изготовления эластичной вставки: а – первый облицовочный слой; б – распределение компаунда первого облицовочного слоя; в – первый облицовочный слой после распределения компаунда; г –облицовочный слой увеличенной толщины; д, е – укладка слоёв армирующего материала; ж – покрывные слои эластичной вставки

Компаунд разливают тонкой струёй по поверхности мастер-модели. После чего с помощью кисти аккуратно распределяют, добиваясь равномерного слоя на всех участках поверхности. Но на

этом формирование слоя не закончено. При правильно подобранных пропорциях основы и катализатора, компаунд ещё остаётся текучим после нанесения на модель. Под действием силы тяжести компаунд будет стекать с выступов модели и скапливаться во впадинах. Поэтому кисточкой компаунд аккуратно поднимают из углублений модели и перегоняют на выступы. Эту операцию выполняют до тех пор, пока он не начнёт схватываться (рис. 8, б).

Как только первый слой начнёт схватываться поверх него укладывают второй слой компаунда. А после начала схватывания второго – третий. Тем самым увеличивают толщину облицованного слоя и добиваются его более или менее одинаковой толщины на всех участках поверхности модели.

После полного затвердевания облицовочного слоя переходят к формированию армирующего слоя эластичной вставки (8, д, е). Облицовочный слой покрывают тонким слоем компаунда и сразу же укладывают армирующий материал. После укладки его продавливают кисочкой по всей поверхности формы чтобы внедрить её в слой компаунда.

В качестве такого материала используют марлю. Длинна лент марли должна быть равна размерам формы, а количество лент достаточным для формирования двух слоёв.

После начала схватывания первого слоя с марлей переходят к формированию второго. Порядок действий аналогичен. Отличие заключается в том, что марлю укладывают перпендикулярно лентам первого слоя.

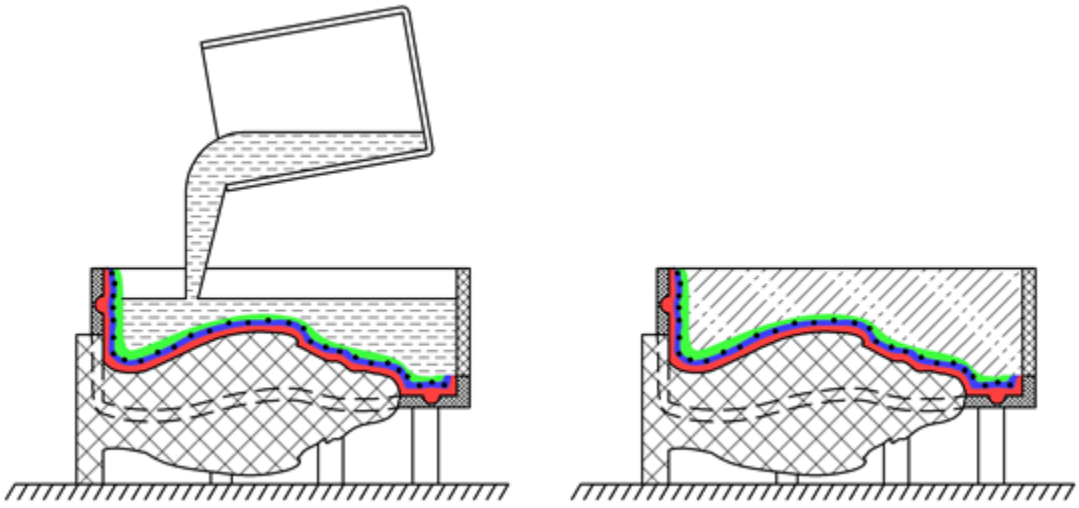
После затвердевания армирующего слоя формируют покрывные слои (рис. 8, ж). В первую очередь такие слои сглаживают поверхность эластичной вставки и закрывают теневые зоны. Такая вставка сможет легко извлекаться из жёсткого кожуха и устанавливаться обратно. Кроме этого, покрывные слои полностью закрывают волокна марли.

Покрывные слои формируют из компаунда без дополнительных материалов. Слои накладывают до тех пор, пока поверхность формы не сгладится, а марля полностью не скроется.

Как только эластичная вставка полностью готова приступают к созданию жёсткого кожуха. Для небольших форм кожух изготавливают из гипса. По контуру эластичной вставки выставляют

борта. Если контур формы квадрат или прямоугольник, борта выполняют из оргстекла, фанеры или влагостойкого картона. Если контур формы имеют сложную геометрию борта формы выполняют из пластилина.

Поверхность эластичной вставки и внутреннюю поверхность бортов покрывают разделителем. Для таких целей чаще всего применяют вазелин, так как качество поверхности значения не имеет. Главное, чтобы разделитель покрывал все участки поверхности. Далее готовят гипсовый раствор (гипс – 60%, вода – 40%, лимонная к-та – 0,1%) и заливают внутрь собранной опалубки. После затвердевания борта снимают и переходят к изготовлению другой части формы (рис. 9).



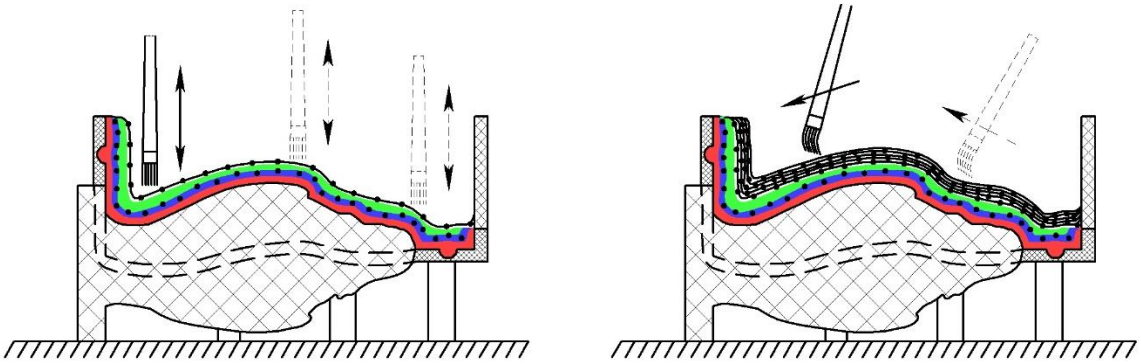
а) *б)*

Рис. 9. Заливка гипсового раствора в опалубку (а) и затвердевший гипсовый кожух в опалубке (б)

Для крупных форм жёсткий кожух так же, как эластичную вставку, выполняют в виде оболочки. Также, как и в предыдущем случае выставляют борта. Эластичную вставку и внутреннюю поверхность бортов также покрывают разделителем.

Оболочковый кожух изготавливают из эпоксидной смолы (ЭД-20) и стеклоткани. Стеклоткань нарезают на листы по размерам эластичной вставки. Количество листов должно быть достаточным для формирования минимум пяти слоёв.

Эпоксидную смолу разводят с катализатором и наносят на поверхность эластичной вставки. Далее сразу же начинают укладывать стеклоткань. Каждый лист стеклоткани вдавливают кисточкой в слой эпоксидной смолы. С одной стороны, это позволяет надёжно зафиксировать лист стеклоткани, с другой выгнать пузыри воздуха из-под листов (рис. 10, а).



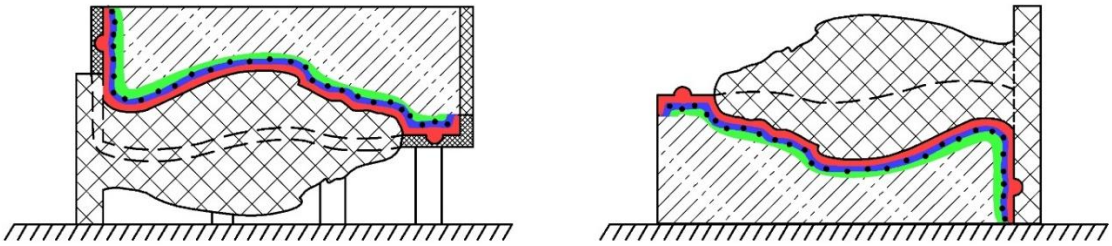
а) *б)*

Рис. 10. Изготовление оболочкового кожуха:
а – укладка стеклоткани в слой смолы; б – формирование покрывных слоёв смолы

После начала затвердевания первого слоя переходят к формированию второго и так последовательно слой за слоем формируют кожух. После укладки последнего слоя стеклоткани, его покрывают сверху двумя слоями эпоксидной смолы, чтобы полностью скрыть армирующий материал (рис. 10, б). Полностью кожух высыхает в течении 24 часов.

После полного высыхания кожуха (24 часа) можно переходить к изготовлению другой части формы.

Выше была полностью рассмотрена технология изготовления одной части закрытой формы для литья скульптур из искусственного камня. Остальные части формы изготавливают аналогичным образом. После изготовления эластичной вставки и кожуха готовую часть формы вместе с моделью переворачивают и устанавливают на стол. Модель ни в коем случае не извлекают, так как в прежнее положение она уже не встанет и это скажется в дальнейшем на точности отливки. Подпорки и разъём (бортик) снимают и переходят к созданию эластичной вставки новой части формы (рис. 11).



а) *б)*

Рис. 11. Готовая часть формы на мастер-модели в опалубке (а) и расположение мастер-модели при изготовлении второй части формы (б)

Готовая форма из трёх частей для литья скульптур из искусственного камня показана на рисунке 12.

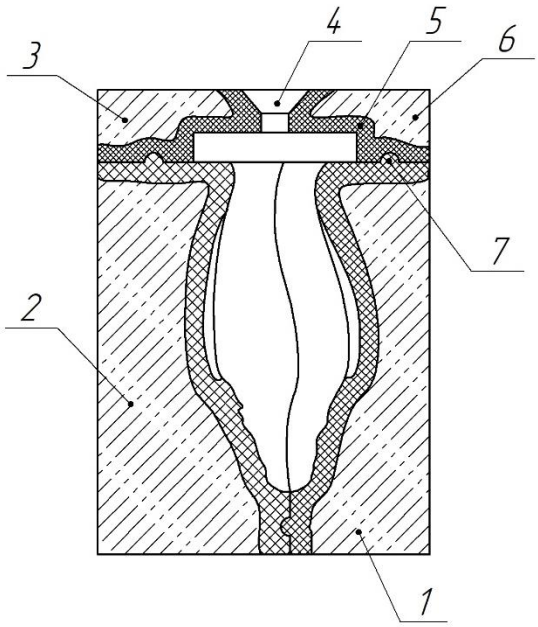


Рис. 12. Гипсовая форма с эластичной вставкой для литья скульптур из искусственного камня: 1, 2 – правая и левая части формы, 3 – верхняя часть формы, 4 – заливочное отверстие, 5 – эластичная вставка, 6 – гипсовый кожух

Преимуществом кожуха из эпоксидной смолы и стеклоткани, помимо массы, является возможность использования дополнительных элементов для скрепления частей формы или правильной её установки. Например, для того чтобы форма могла стоять ровно, на этапе изготовления в кожух могут быть вставлены металлические трубки. Такие трубки устанавливают на второй слой смолы и при изготовлении последующих слоёв обмазывают и прокладывают стеклотканью (рис. 13).

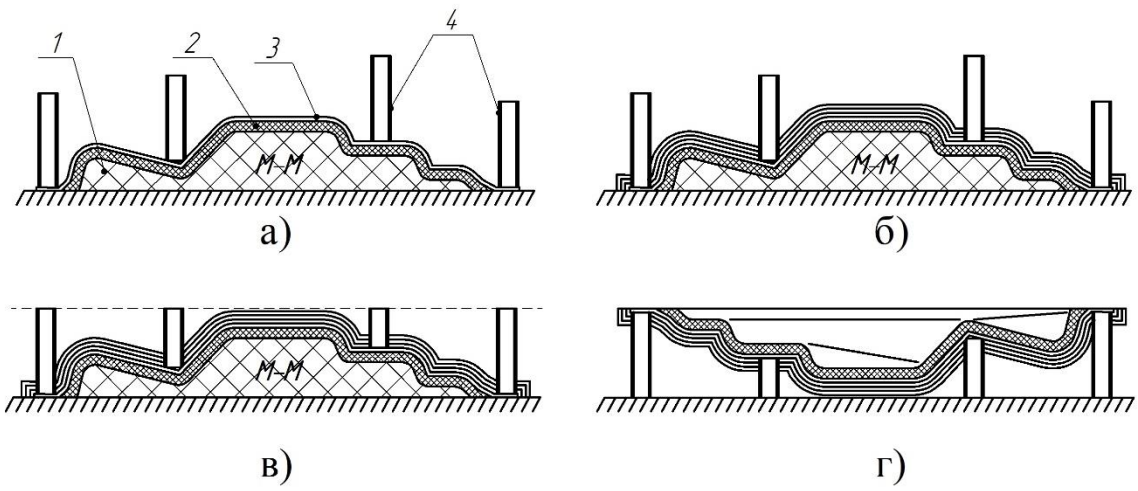


Рис. 13. Пример использования дополнительных элементов в оболочковом кожухе:
а – установка металлических трубок на второй слой смолы;
б – формирование слоёв оболочкового кожуха; в – подрезка металлических трубок по уровню; г – установка формы на трубки по уровню;
1 – мастер-модель, 2 – эластичная вставка, 3 – слой смолы,
4 – металлические трубки

Подготовка смесей и заполнение формы

Для литья скульптур из искусственного камня применяют два вида смеси – облицовочную и наполнительную. Облицовочная смесь формирует внешний слой скульптуры и целиком определяет её внешний вид. Другой функцией облицовочного слоя является защита от внешних воздействий, как механических, так и химических. Наполнительная смесь формирует сам объём скульптуры.

Облицовочную смесь готовят на основе гелькоута с отвердителем и мелким наполнителем. Соотношение гелькоута и наполнителя должно быть 20 к 80% соответственно. В качестве наполнителя обычно применяют мраморно муку с размером фракции 40…60 мкм (0,04…0,06 мм). Дополнительным компонентом является аэросил. Аэросил – это минерал, диоксид кремния, превращённый в мелкодисперсный порошок. Он препятствует растеканию смеси гелькоута и наполнителя. Количество аэросила в смеси не должно превышать 5%.

Облицовочную смесь наносят шпателем или кистью на внутреннюю поверхность частей литейной формы. Эту операцию выполняют очень аккуратно, так как смесь должна лечь равномерным слоем, но при этом не должна попадать на разъём литейной формы.

Если это случилось смесь помешает плотно прижать части литейной формы при сборке, что приведёт к уходу наполнительной смеси при заливке. Смесь, попавшую на разъём, убирают чистой сухой кисточкой и оставляют части формы на некоторое время, до момента начала схватывания облицовочной смеси. Как только облицовочная смесь начинает затвердевать форму собирают и переходят к приготовлению наполнительной смеси.

Наполнительную смесь готовят на основе полиэфирной смолы, смешанной с отвердителем. Для того чтобы смесь была подвижной и могла заполнить форму соотношение смолы и наполнителя должно быть 40 к 60% соответственно. В качестве наполнителя используют смесь мраморной муки и мраморной крошки в соотношении 50 на 50%. Также вводят аэросил в количестве не более 3% от общей массы смеси.

Наполнительную смесь тщательно перемешивают и при необходимости вакуумируют для удаления пузырьков воздуха. Форму устанавливают на вибростол и не включая его выполняют заливку смеси. Залитую форму подвергают виброобработке после которой при необходимости доливают смесь.

Залитую форму оставляют в покое на 10…15 часов для полимеризации смеси, после чего отливку извлекают из формы.

Обработка отливки

В первую очередь на готовой отливке удаляют заливы, образовавшиеся в месте соединения частей литейной формы. Заливы удаляют сначала с помощью бормашины и абразивных головок разного размера. Размер головки подбирают так, чтобы она могла убрать залив между выступающими элементами рельефа, не повредив их. Далее место, где был залив, обрабатывают наждачной бумагой с зернистостью Р600. Обработку наждачной бумагой вручную выполняют только в самых труднодоступных местах. Для всех остальных участков используют бормашину и так называемый шкуркодержатель. В заключении, место где был разъём вручную проходят скотч брайтом.

Если требуется обработка всей поверхности отливки, то после удаления заливов абразивными головками отливку шлифуют наждачной бумагой разной зернистости. Последовательность при-

менения бумаги следующая – Р150, Р240, Р320, Р400, Р600. В результате такой обработки поверхность отливки станет матовой. Для достижения глянцевого блеска поверхность отливки необходимо обработать наждачной бумагой зернистостью Р800, Р1000, Р1500 и Р2000. После чего отполировать с использованием фетрового круга и полировальных паст.

2.2. Камень на цементной основе

Состав смеси на цементной основе для получения изделий из искусственного камня включает:

1. Связующее вещество – портландцемент М400 или М500 (1 часть).

2. Наполнить – песок речной с размером фракции 1,5...2 мм (от 2-х до 3-х частей).

Чем чище песок и чем меньше в нём глины, тем лучше. Часть речного песка в наполнителе может быть заменена на керамзитопесок (размер фракции – 0,5 мм). А сам состав наполнителя может варьироваться от соотношения речной песок / керамзитопесок – 50/50, до полной замены обычного песка на керамзитопесок.

3. Пластификатор – 1...2% от массы цемента (в зависимости от качества наполнителя).

4. Затворить – вода (на 1 кг цемента 250...300 г воды).

Помимо указанного состава, применяют цветной литьевой состав. Количество компонентов смеси на 1 м3 изделия равно:

1. Связующее – цемент М500 (1 часть – 450 кг).

2. Наполнитель – песок с модулем крупности 1-2 (3,5 части от количества цемента – 1600 кг).

3. Суперпластификатор С-3 – 1% от массы цемента (4,5 кг).

Суперпластификатор в сухом виде размешивают в воде, после чего в воду добавляют наполнитель и перемешивают смесь. На 1 кг суперпластификатора необходимо 2...3 кг воды.

4. Затворитель – вода (0,4...0,5 частей от массы цемента – 148 л).

5. Пигмент – 1...4% от массы цемента (4,5...18 кг).

Количество пигмента в смеси будет влиять на цвет готового изделия.

Технология получения изделий из смесей на цементной основе включает следующие этапы:

– Подготовка формы;

– Подготовка компонентов и приготовление смеси;

– Формовка;

– Отделка.

Подготовка формы

Для изготовления искусственного камня на цементной основе применяют формы из полиуретановой резины, силикона или ABS-пластика. Наиболее удобными в обращении являются силиконовые и полиуретановые формы. Они эластичные, что позволяет легко извлекать из них готовые отливки. Хорошо очищаются от остатков смеси и не боятся ударов и других механических нагрузок. Единственный недостаток силиконовых и полиуретановых форм их высокая стоимость из-за большого объёма использованного материала. Это связано с тем, что такие формы изготавливают толстостенными, так как они должны сохранять свою конфигурацию под давлением цементной смеси.

Форму перед формовкой очищают от остатков смеси, размещают на столе и покрывают разделительным восковым составом. Готовые отливки извлекают из силиконовой или полиуретановой формы без особого труда, потому можно и не покрывать форму разделительным составом. Однако его применение будет способствовать более быстрому и лёгкому извлечению отливок из таких форм.

Подготовка компонентов и приготовление смеси

Все компоненты смеси – связующие, наполнитель, пластификатор, затворитель, красители, рассчитывают на требуемый объём изделия и взвешивают в отдельных ёмкостях. После чего приступают к приготовлению смеси.

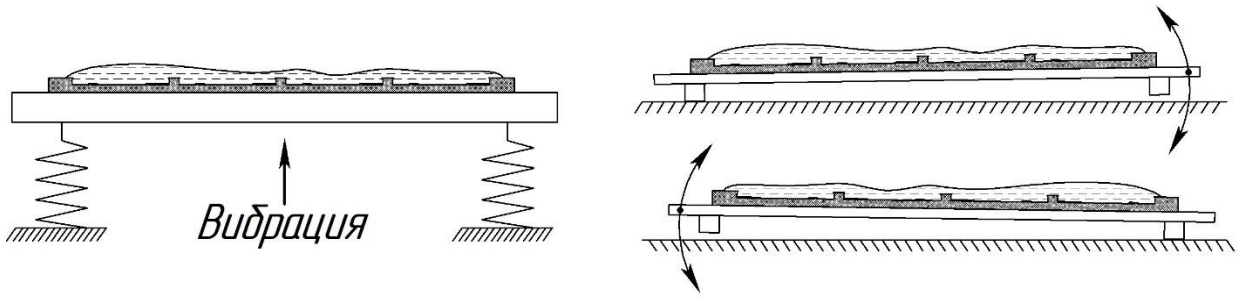
В первую очередь воду смешивают с пластификатором. Если в составе смеси используют краситель или пигмент, то следующим добавляют в воду его и перемешивают. Далее добавляют связующее (цемент) и также перемешивают. В последнюю очередь в смесь вводят наполнитель. Смесь тщательно перемешивают до однородного состояния, при необходимости вводят дополнительное

количество воды. Для перемешивания смеси используют строительный миксер и дрель с насадкой-смесителем.

Формовка

Формы, покрытые разделительным составом, заполняют готовой смесью. Для этого применяют строительные мастерки или шпатели. Правильно приготовленная смесь не должна растекаться сама, её закладывают в форму. Если смесь растекается это означает, что в ней избыточное количество воды, а это приведёт к низкой прочности готового изделия.

После того как форма заполнена смесью выполнят формовку на вибростоле (рис. 14, а). В результате этого смесь равномерно растекается, заполняет острые углы и все поднутурения формы. В процессе формовки смесь добавляют, так как она растекается и её уровень падает. После окончания формовки излишек смеси счищают с формы линейкой.



а) *б)*

Рис. 14. Формовка на вибростоле (а) и ручное уплотнение смеси (б)

Альтернативным вариантом формовки на вибростоле является ручное уплотнение смеси (рис. 14, б). Форму, заполненную смесью, устанавливают на деревянный щит и интенсивно покачивают его, ударяя о поверхность рабочего стола. Такой способ не может сравниться по эффективности с виброобработкой, но при отсутствии вибростола способен привести к растеканию цементной смеси по форме.

После формовки смесь сушат в форме при нормальных условия (t – 20°C) в течении 20…24 часов, после чего извлекают изделия из формы. Эластичные формы переворачивают весте с затвердевшим изделием и изгибая стягивают с его поверхности. С формами из ABS-пластика поступают также, только для извлечения

отливки форму приподнимают над поверхностью стола и аккуратно постукивают по её поверхности, чтобы отливка выпала.

Отделка

Готовые отливки после извлечения из формы осматривают на предмет дефектов. При необходимости ножом или металлическими стеками убирают облой по периметру отливки. После чего отливки обметают широкой кистью для удаления счищенного материала.

2.3. Камень на гипсовой основе

Для получения изделий на основе гипса применяют большое количество составов. Тот или иной состав выбирают исходя из тех свойств, которым должно отвечать готовое изделие. Гипсовые изделия класса эконом, имеют низкую стоимость и невысокую прочность. Для них применяют смесь на основе строительного гипса (алебастра). Гипсовые отливки с высокими значениями прочности получают на основе смеси высокопрочного гипса Г-16 и белого цемента. В основном применяют два вида составов – гипсовый и гипсоцементный.

В состав гипсоцементной смеси входят следующие компоненты:

1. Связующие вещества – гипс (ГВВС-16) и белый цемент (М500Д0).

Гипс – не менее 30% от массы смеси, цемент – не мене 20% от массы гипса.

2. Наполнить – просеянный речной песок (не менее 15% от массы гипса).

3. Модификатор – метакаолин (5... 10% от массы цемента).

Метакаолин обязательный компонент, так как он позволяет соединить в одной смеси два связующих – гипс и цемент. Также он способствует повышению прочности и водостойкости изделий из гипсоцементной смеси.

4. Затворитель – вода (20% от массы гипса).

5. Краситель – колеровочная паста.

В состав гипсовой смеси входят:

1. Связующее вещество – гипс ГВВС-16 (60 % от массы смеси).

2. Затворитель – вода (40 % от массы смеси).

3. Замедлитель – лимонная кислота (0,1 % от массы смеси).

Гипсовый раствор начинает затвердевать спустя 4-5 минут после начала его приготовления. Этого времени может не хватить для выполнения всех операций по подготовке раствора и его заливки в форму. Поэтому в смесь вводят замедлитель, который увеличивает время начала затвердевания раствора.

4. Красители – сухие цветные пигменты и колеровочные пасты.

Для окрашивания гипсовых смесей применяют неорганические сухие пигменты для гипса и бетона. Также универсальные пасты для красок лаков и смесей на органической или водно-дисперсионной основах.

Для получения однородного цвета камня, колеровочную пасту или пигмент добавляют в воду в процессе приготовления смеси. Количество пигмента или пасты может колебаться в широких пределах и подбирается на основе экспериментов с образцами окрашенной гипсовой смеси. Рекомендуемый расход пигмента от 0,1% до 3% от массы сухого гипса.

Если нужен неоднородный цвет, то колеровочную пасту наносят на рабочую поверхность форм.

Технология получения изделий из гипсовой или гипсоцементной смеси состоит из следующих этапов:

– Подготовка формы;

– Приготовление смеси;

– Заливка или формовка;

– Извлечение отливок;

– Сушка отливок;

– Отделка отливок.

Подготовка формы

Для производства изделий из искусственного камня на гипсовой основе применяют силиконовые или полиуретановые формы. Наибольшее распространение получили вторые благодаря своей высокой прочности. Полиуретановые формы могут изгибаться и деформироваться без разрыва, что очень удобно при извлечении

гипсовых отливок. Вторым преимуществом таких форм является их долговечность.

Силиконовые или полиуретановые формы можно изготовить самостоятельно при наличии соответствующего оборудования, но как правило их покупают. Сейчас их ассортимент так велик, что можно без труда подобрать и купить форму для гипсовых отливок любого размера формы и внешнего вида.

Процесс изготовления полиуретановой формы начинают с подготовки модельной плиты. Модельная плита – это плита геометрически правильной формы, на которой закреплены модели будущих изделий. Модели могут быть изготовлены вручную скульптором или получены методом 3D-печати по модели из CAD-системы. Также в качестве модели могут выступать уже готовые образцы искусственного камня.

Для модельной плиты используют листы МДФ или ламинированного ДСП (ЛДСП). Поверхность таких материалов гладкая что позволит в будущем легко отделить готовую форму. Размер листа выбирают исходя из количества моделей, отступов между моделями и краями формы, а также припусков на борта опалубки.

Обычно на модельной плите размещают от четырёх до восьми моделей. При большом количестве размер формы становится настолько большим, что с такой формой тяжело работать. Зазоры между моделями и отступы от моделей по краям от не более 10...20 мм. Припуски на установку бортов равны толщине материала, который используют для бортов.

Поверхность модельной плиты размечают, чтобы точно определить расположение моделей, после чего модели приклеивают к поверхности плиты (рис. 15). Важно чтобы между плитой и приклеиваемой поверхностью модели не было зазора. В противном случае жидкий полиуретановый компаунд затечёт под модель и форму будет снять очень тяжело. Если зазоры всё-таки есть их заделывают пластилином.

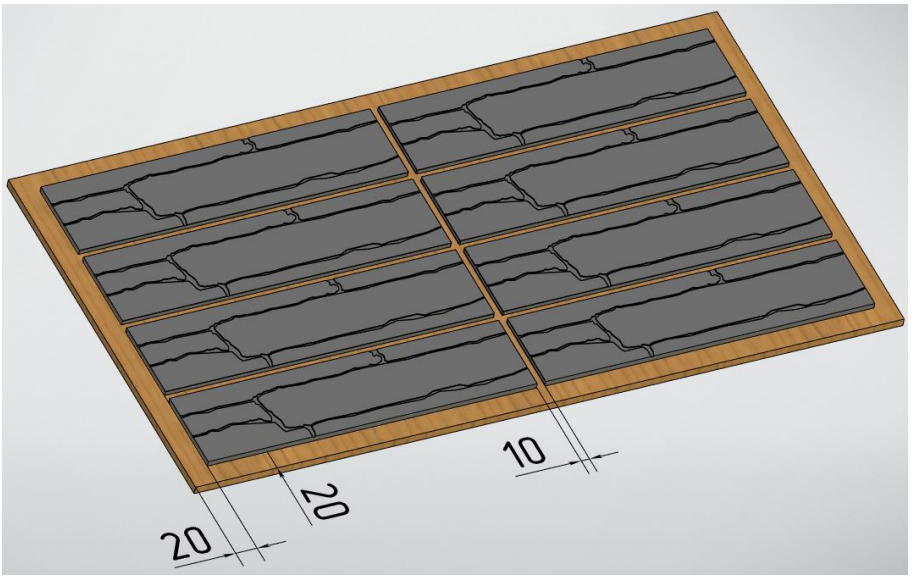


Рис. 15. Расположение моделей на модельной плите

После фиксации моделей на плите переходят к сборке опалубки. Для этого используют листы МДФ или ЛДСП, а также деревянные бруски. Через бруски тонкие листы скрепляют между собой саморезами (рис. 16). Зазоры между листами заделают пластилином, чтобы опалубка была герметичной.



Рис. 16. Сборка опалубки для получения полиуретановой формы

Собранную опалубку выставляют по уровню и все внутренние поверхности покрывают разделительным составом. Разделителем выступает смазка на восковой или силиконовой основе. Её наносят кисточкой, тщательно распределяя по поверхности.

Для изготовления формы применяют жидкие двухкомпонентные полиуретаны. Они различаются твёрдостью по шкале Шора в затвердевшем состоянии. Выбор того или иного полиуретана зависит от серийности производства отливок и их сложности.

Каждый компонент взвешивают по отдельности, сливают в одну ёмкость и тщательно перемешивают. После перемешивания массу можно провакуумировать для удаления пузырьков воздуха.

Готовую массу аккуратно тонкой струёй заливают в пустое пространство опалубки (не на модель). Весь объяснить полиуретана заливают только в одну зону опалубки, не перемещая струю. Это делают для того чтобы масса заполняла углубления рельефа моделей только, с одной стороны. Струи массы, которые движутся навстречу друг другу могут захватить воздух. Это приведут к образованию пузыря в месте их встречи.

После заливки опалубку оставляют в покое на 24 часа. За это время происходит полная полимеризация полиуретана и опалубку можно разбирать и снимать форму с модельной плиты.

Если полиуретановую форму уже использовали, то перед новой заливкой очищают от остатков гипсовой смеси и укладывают на ровный стол. Поверхность стола должна была ровной, без глубоких выступов и впадин. Это важно, так как форма эластичная и будет изгибаться в том месте где стол будет неровным. Также стол необходимо выставить по уровню, чтобы гипсовый раствор не переливался через край формы, а сама отливка была одинаковой толщины.

Форму, уложенную на ровный стол, покрывают разделительным составом, чтобы предотвратить прилипание гипса. В качестве разделителя может быть использован восковой спрей-разделитель или слабый мыльный раствор, нанесённый с помощью распылителя.

После описанных выше операций готовят белый или цветной гипсовый раствор и заливают его в форму. Если поверхность отливок должна иметь неоднородный цвет, переходят к нанесению колеровочной пасты на поверхность формы.

Пасту наносят с помощью губки или кисти на рабочую поверхность формы. Делают это неравномерно, чтобы создать эффект неравномерности естественного цвета камня. Также уделяют внимание плотности нанесения пасты. Чем более плотным слоем она будет нанесена, тем насыщеннее получится цвет и тем отчётливее будет выделяться этот участок на готовом изделии. Чем менее плотным будет слой пасты, тем светлее и нежнее будут окрашены участки готового изделия.

При использовании такого метода окрашивания, как правило используют несколько паст родственных цветов. И при их нанесении создают либо контрастные сочетания отдельных участков, либо плавные переходы между цветами.

Приготовление смеси

Приготовление гипсоцементной смеси ведут в следующем порядке. Отмеряют необходимое количество воды комнатной температуры. При необходимости в воду добавляют лимонную кислоту. Она позволяет замедлить время затвердевания смеси. Количество кислоты составляет 0,5 % от массы смеси.

Камень на гипсовой основе может иметь естественный цвет,а может быть окрашен. Если смесь включает только гипс или гипс с белым цементом, то цвет отливок будет белый. Если использовать смесь гипса с серым цементом – отливки будут сероватыми.

Если необходимо окрасить отливки в однородный цвет, то после добавления лимонной кислоты в воду вводят красящие пигменты. Расход пигмента от 0,1% до 3% от массы сухого гипса в смеси. Однако истинное количество пигмента определяют экспериментально, на образцах гипсового камня.

Пигменты добавляют в воду и хорошо размешивают. Далее взвешивают песок и засыпают его в ёмкость с водой.

По отдельности взвешивают гипс, цемент и метакаолин. После чего ссыпают в одну ёмкость и хорошо перемешивают.

Далее миксером на небольших оборотах перемешивают воду с песком и одновременно с этим постепенно засыпают смесь гипса, цемента и метакаолина. Когда вся смесь окажется в воде состав активно перемешивают ещё в течение полуминуты. Готовая смесь должна иметь консистенцию сметаны.

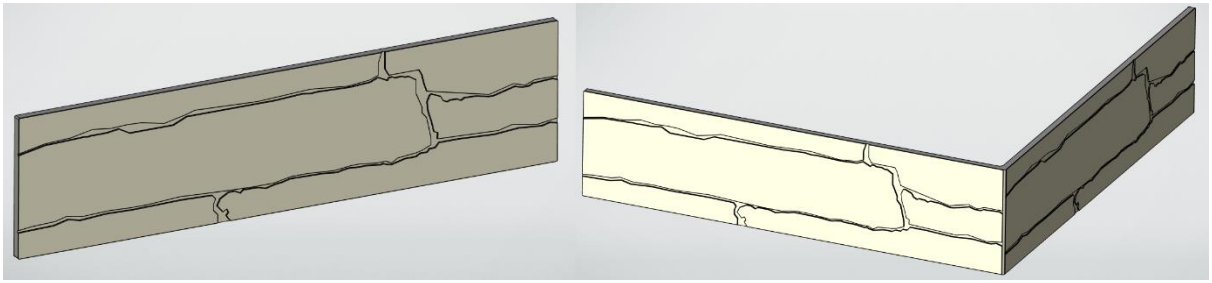
Для получения гипсовой смеси воду комнатной температуры и гипс взвешивают в отдельных ёмкостях. Далее, если необходимо, в воду добавляют сухие пигменты или колеровочные пасты. В коце вводят замедлить – лимонную кислоту.

Как только все компоненты взвешены, а форма подготовлена к заливке, приступают к смешиванию. Гипс высыпают в ёмкость с водой и интенсивно перемешивают миксером в течение минуты. Дополнительно, гипсовую смесь можно провакуумировать, чтобы удалить пузырь воздуха. Для этого применяют обычную вакуумную камеру.

Заливка или формовка

Метод заполнения смесью формы зависит от особенностей её конструкции. Конструкция формы, в свою очередь, зависит от конфигурации получаемых отливок.

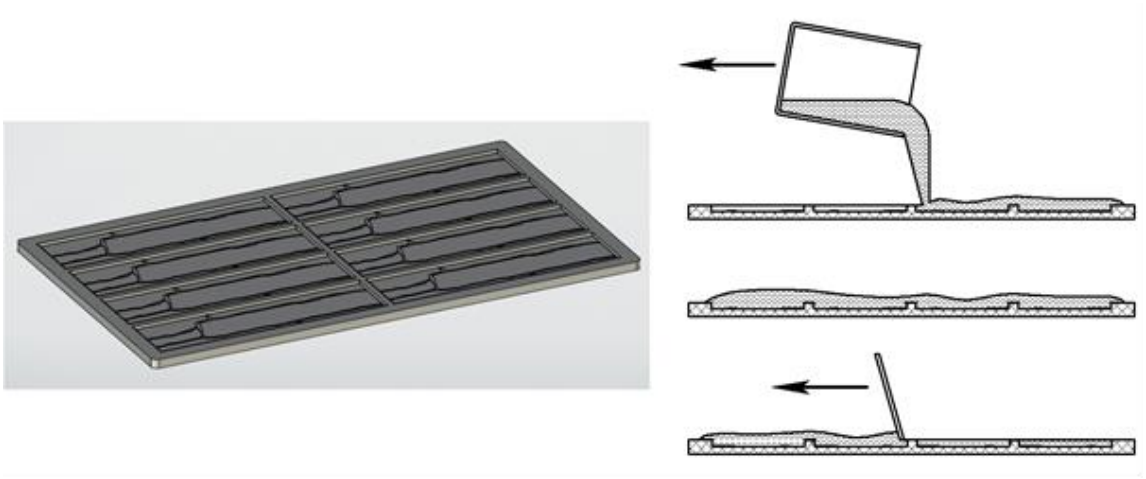
Из смесей на гипсовой основе изготавливают декоративную плитку для украшения интерьеров. Конфигураций таких плиток две – прямая и угловая (рис. 17).



а) *б)*

Рис. 17. Прямая (а) и угловая (б) декоративная плитка на гипсовой основе

Для получения прямых плиток используют открытые полиуретановые формы, в которые смесь заливают без приложения дополнительных сил. Её выливают в полость формы с избытком и разравнивают широким шпателем. Тем самым заставляя смесь равномерно распределиться по полости формы и затечь в углы или узкие карманы полости. Излишки смеси сгоняют шпателем за пределы формы и убирают (рис. 18, б).



а) *б)*

Рис. 18. Форма для прямых плиток (а) и последовательность заливки таких форм (б)

Угловую плитку получают в закрытых комбинированных формах (рис. 19). В такие формы смесь не может затечь сама по себе, потому применяют формовку на вибростоле. Сначала смесь с избытком заливают в горизонтальную полость формы и разравнивают шпателем, удаляя излишки (рис. 20, а, б). После этого устанавливают верхнюю часть формы и скрепляют её с нижней (рис. 20, в, г). Далее включают вибростол и выливают смесь на жёлоб верхней части формы. Под действием гравитации и вибрации смесь будет стекать вниз, заполняя вертикальную полость формы. Подачу смеси прекращают тогда, когда она перестаёт уходить из жёлоба (рис. 20, д, е). Это означает, что полость формы целиком заполнена. После этого выключают вибрацию и убирают растёкшуюся за пределы формы смесь.

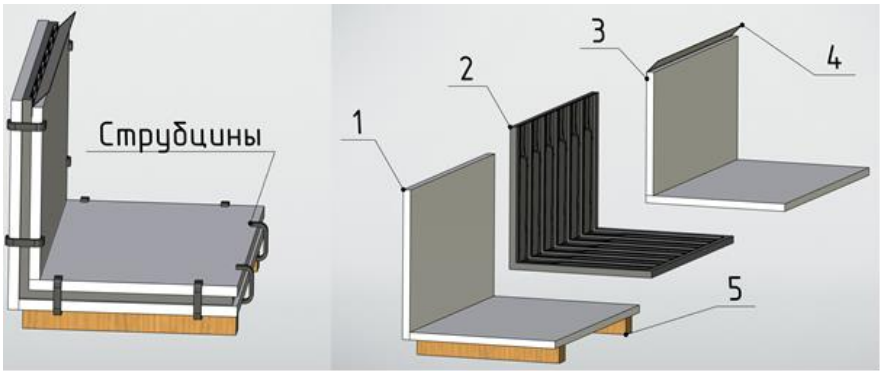


Рис. 19. Закрытая комбинированная форма для угловых плиток:
1 – нижний кожух (ЛДСП), 2 – угловая полиуретановая форма, 3 – верхний кожух (ЛДСП), 4 – приёмный жёлоб (металл), 5 – ножки формы (дерево)

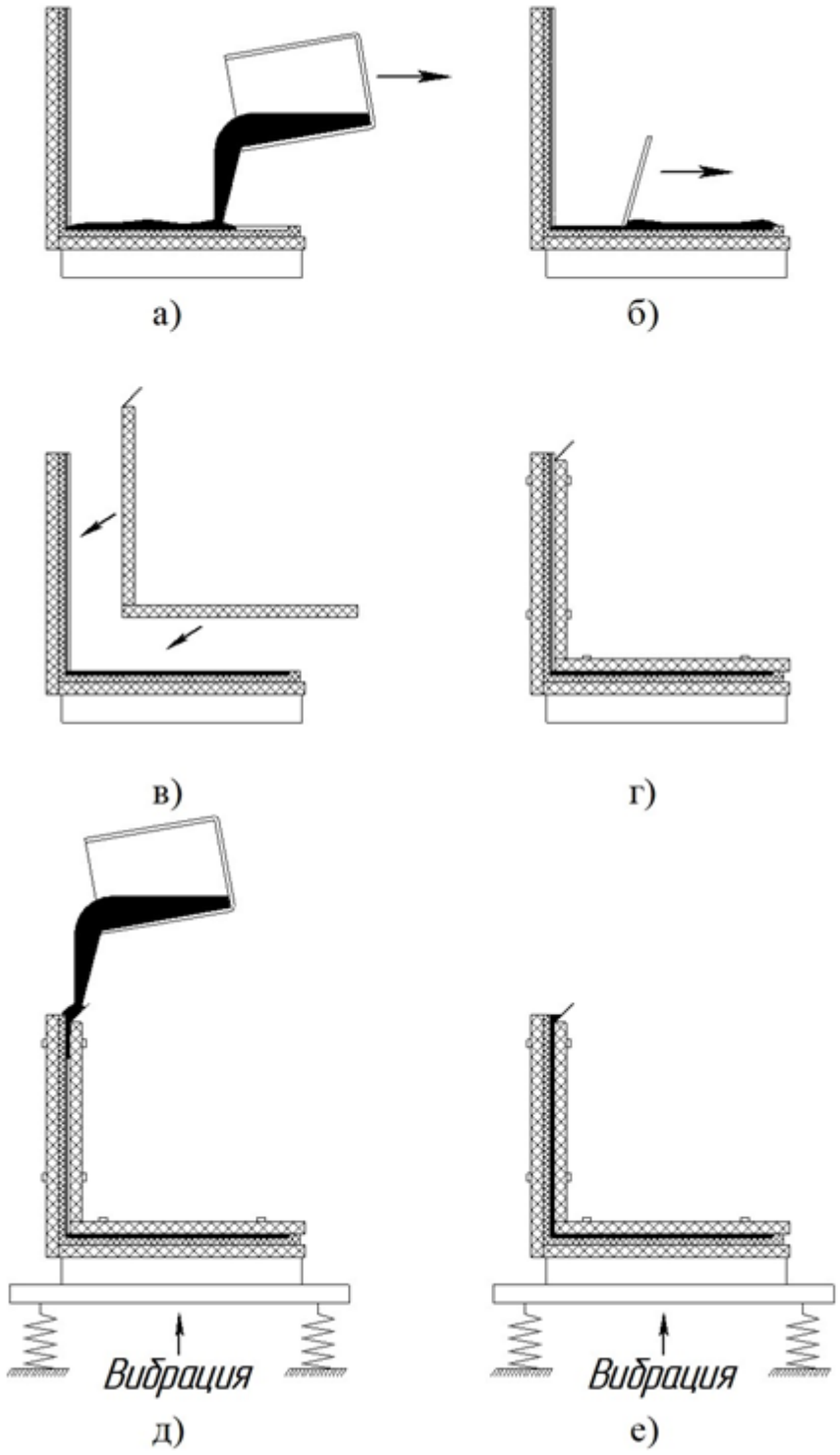


Рис. 20. Последовательность формовки угловой плитки:
а – заливка смеси в горизонтальную полость формы;
б – разравнивание смеси и удаление излишков; в – сборка формы;
г – форма готовая к формовке; д – формовка на вибростоле;
е – форма, заполненная гипсовой смесью

Извлечение отливок

Гипсовая смесь набирает манипуляторную прочность чез 15...30 мин. после окончания заливки. Это прочность достаточная для того чтобы извлечь отливку из формы без разрушения. Время её достижения зависит от температуры и влажности воздуха в рабочем помещении. Признаком активного процесса затвердевания и упрочнения гипсовой смеси является её нагрев. Тёплую гипсовую отливку можно извлекать из формы, но очень аккуратно. После того, как гипсовая отливка нагреется и остынет, её можно извлекать из формы без опасений.

Время выдержи до извлечения отливок также следует выбирать исходя из особенностей их конструкции и внешнего вида. Плитку без грубого рельефа можно легко вытряхнуть из формы. А вот для извлечения плитки с глубоким рельефом, который хорошо сцеплен с поверхностью формы, следует прилагать усилия. Потому такую плитку следует дольше выдерживать в форме, чтобы прочность материала была выше.

Отливки извлекают из формы, сдвинув её на край стола, так чтобы часть формы свисала. Придерживая отливку в форме, свисающую часть аккуратно отгибают вниз, тем самым освобождая отливку. Отливку вытягивают из формы за освободившуюся часть. Далее переходят к другой отливке.

Сушка камня на гипсовой основе

После извлечения отливок из формы, их осматривают на наличие дефектов и обрабатывают. Облой по периметру отливок счищают ножом или стеками. Если на поверхности отливок присутствуют пузырьки воздуха, их заливают разведённой гипсовой смесью. После чего выравнивают поверхность и отправляют отливки на сушку.

В процессе сушки влага испаряется, а сам материал набирает окончательную прочность. Сушку выполняют на ровной решетке или сетке в хорошо проветриваемом помещении. Полностью отливка высыхает за три дня. Для ускорения процесса сушки можно увеличить температуру (не более 50 °С) и реализовать обдув отливок воздухом.

Отделка отливок

Отделку отливок выполняют, как правило, после укладки на стену. Лицевую поверить уложенного камня покрывают прозрачным акриловым полуматовым лаком. Лак доводят до необходимой вязкости водой и наносят распылением или кистью в два слоя.

3. МЕТОДИКИ РЕАЛИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

3.1. Определение зависимости цвета камня на гипсовой основе от состава смеси

На основе экспериментального исследования определить зависимость цвета гипсового камня от состава смеси.

Порядок выполнения работы:

1. Изготовить образцы гипсового камня шести составов:

– Гипсовая смесь на основе ГВВС-16;

– Гипсовая смесь на основе строительного алебастра;

– Гипсовая смесь на основе строительного алебастра с белым пигментом;

– Гипсоцементная смесь с белым цементом;

– Гипсоцементная смесь с серым цементом и белым пигментом;

– Гипсоцементная смесь с серым цементом.

2. Все шесть образцов камня расположить на столе, на белом листе бумаги и сфотографировать при хорошем освещении. Образцы располагать слева-направо в порядке, указанном в п. 1. Образцы располагать наибольшей поверхностью к камере, одинаковой для всех.

Выполняя фотографию образов, ось камеры должна быть перпендикулярна плоскости стола.

3. Фотографию перенести в программу MS Word и разместить в ячейке таблицы 1.

4. Сравнить внешний вид образцов и оценить насыщенность белого цвета в сравнении с эталонным образом (образец на основе гипса ГВВС-16). Оценку выполнить в баллах и результат внести в таблицу.

5. Опираясь на результаты оценки сделать вывод о зависимости цвета камня на гипсовой основе от состава смеси.

Таблица 1

Зависимость цвета камня на гипсовой основе от состава смеси

Место фотографии						
Номер образца	1 (эталон)	2	3	4	5	6
Состав смеси	ГВВС -16 – 60% Вода – 40% Лим. к-та – 0,5%					
Насыщенность белого цвета в сравнении с эталоном (в баллах от 1 до 10)						

3.2. Определение зависимости цвета камня на гипсовой основе от количества пигмента в смеси

На основе экспериментального исследования определить зависимость цвета гипсового камня от количества пигмента вводимого в смесь.

Для изготовления образцов используют гипсовую смесь следующего состава:

– Гипс ГВВС-16 (60%);

– Вода (40%);

– Лимонная кислота (0,1% от массы смеси).

В рамках исследования необходимо изготовить один эталонный образец – без добавления пигмента и образцы из смесей с разным содержанием пигмента. Количество таких образцов определяют экспериментально. Для этого, в первую очередь определяют минимальное содержание пигмента в смеси, при котором цвет образца будет отличаться от цвета образца-эталона. Далее определяют количество пигмента, добавление которого в смесь приводит к получению цвета образца, визуально отличного от предыдущего. И в самую последнюю очередь определяют максимально возможную концентрацию пигмента в смеси, при дальнейшем увеличении которой не происходит визуально различимого изменения цвета образца.

Порядок выполнения работы

1. Изготовить необходимое количество образцов;

2. Образцы из смесей с пигментами и эталонный образец расположить на белом листе бумаги, слева направо по мере увеличения содержания в смеси пигмента. Крайний левый образец – эталонный.

3. Образцы расположить наибольшей поверхностью к камере, одинаковой для всех и сфотографировать при хорошем освещении.

Выполняя фотографию образов, ось камеры должна быть перпендикулярна плоскости стола.

3. Фотографию перенести в программу MS Word и разместить в ячейке таблицы 2.

Таблица 2

Зависимость цвета камня на гипсовой основе от количества пигмента в смеси

Место фотографии						
Номер образца	1 (эталон)	2	…	…	…	n
Количество пигмента в смеси, %	нет					

4. Сравнить внешний вид образцов и оценить влияние количества пигмента на изменение цвета образца в сравнении с эталонным образом (образец на основе гипса ГВВС-16).

5. Опираясь на результаты оценки сделать вывод о зависимости цвета камня на гипсовой основе от количества пигмента в смеси.

3.3. Изготовление камня на гипсовой основе с контрастными цветами и плавным переходом цветов

В ходе экспериментального исследования отработать методики получения контрастных цветов и плавных переходов цвета на поверхности гипсового камня.

Для изготовления образцов используют многогнёздную открытую форму. Половина гнёзд в которой имеют гладкое дно, другая половина – рельефное. Рельеф на дне гнёзд выполняют вручную из пластилина. Глубина рельефа не должна превышать 5 мм, а в самом рельефе не должно быть теневых зон (рис. 21).

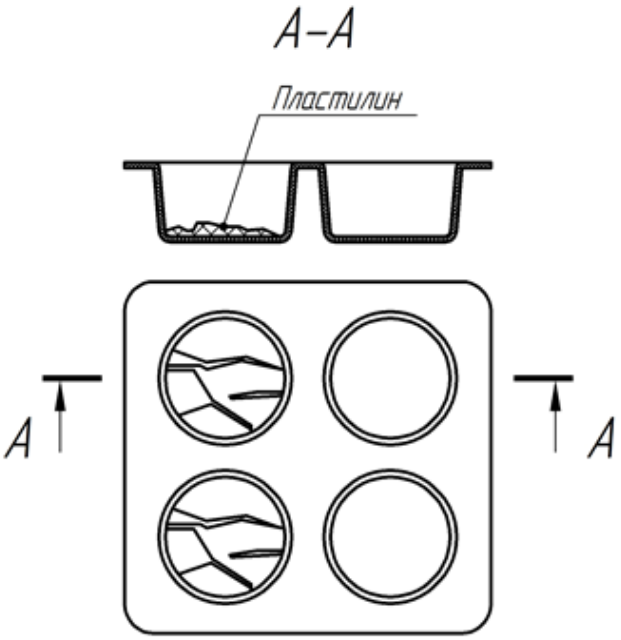


Рис. 21. Открытая многогнёздная форма для получения образцов

Одно гнездо с гладким дном и одно с рельефным применяют для получения образцов с контрастными цветами. Два оставшихся, для образцов с плавным переходом цвета.

Для окрашивания гипсовых образцов используют пасты для красок лаков и смесей на органической или водно-дисперсионной основах двух цветов.

Для изготовления образцов используют гипсовую смесь следующего состава:

– Гипс ГВВС-16 (60%);

– Вода (40%);

– Лимонная кислота (0,1% от массы смеси).

Порядок выполнения работы

1. Сформировать рельеф на дне гнёзд формы;

2. Нанести пасты на донные поверхности гнёзд формы.

Пасты наносят кистями или тампонами. Для размывки слоя пасты используют кисть или тампон, смоченные в воде.

В одном из гнезд с рельефном на дне формируют контрастные цвета. Для этого на выступы рельефа наносят один цвет, во впадины другой. Далее в одном из гнёзд с гладким дном формирует контрастные цвета, так чтобы количество каждого цвета на плоском дне и их расположение было похоже на распределение цвета на рельефе.

В втором гнезде с рельефным дном формируют плавный переход цвета. Для этого пасту наносят на выступы рельефа. После этого кисточкой или тампоном пасту с выступов аккуратно смывают. Эту операцию выполняют так, чтобы насыщенность цвета уменьшалась по мере приближения ко дну впадин. На дне впадин пасты быть не должно. После высыхания пасты первого цвета на половину гнезда с рельефным дном наносят второй цвет. Второй цвет укладывают во впадины рельефа. Кисточкой или тампоном поднимают пасту из впадин так, чтобы по мере приближения к выступам насыщенность второго цвета уменьшалась. На выступах рельефа должен сохранится цвет первой пасты, а между цветами плавный переход.

Во втором гнезде с гладким дном формируют плавный переход цветов также как в гнезде с рельефом. При этом количество каждого цвета и их расположение должно быть похоже на распределение цвета на рельефе.

3. Изготовить плоские и рельефные образцы.

4. Образцы расположить на белом листе бумаги в два ряда. В верхнем ряду расположить рельефные образцы, в нижнем гладкие. Слева образцы с контрастным сочетанием цветов, справа с плавным переходом.

5. Образцы сфотографировать при хорошем освещении.

Выполняя фотографию образов, ось камеры должна быть перпендикулярна плоскости стола.

6. На белом листе бумаги расположить рельефные образцы с контрастным сочетанием цветов и плавным переходом цветов.

7. Выполнить фотографию образцов так чтобы ось камеры была под острым углом к плоскости стола. Фотография должна показать цвет на боковых гранях выступов рельефа.

8. Фотографии перенести в программу MS Word и разместить в ячейках таблицы 3.

9. Оценить результат окрашивания с точки зрения эстетики и однородности покрытия краской поверхности гипсовых образцов.

10. Опираясь на результаты оценки сделать вывод об эффективности методик окраски гипсовых образов.

Таблица 3

Контрастные цвета и плавные переходы цвета на поверхности гипсового камня

Место фотографии	
Место фотографии	
Контрастное сочетание цветов	Плавный переход цветов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методических указаниях рассмотрены технологии получения изделий из полиэфирного камня, камня на цементной и гипсовой основе. Однако это сделано обобщённо, с позиции описания этапов технологических процессов и их последовательности, применяемых материалов и технологической оснастки.

Более важным вопросом является детальное рассмотрение составов различных видов искусственного камня. Это важно потому, что именно компоненты составов, их размер, цвет и фактура определяют декоративные свойства изделий из искусственного камня. Этот вопрос требует более глубокого изучения, и раскрыть его в рамках настоящих методических указаний не представляется возможным.

Авторы выражают благодарность студентам направления подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», поступившим в 2021 г. на кафедру «Машины и технологии литейного производства» Московского политехнического университета. Работа, проведённая ими на практике, способствовала появлению этих методических указаний.

7

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копирование мраморных скульптур Летнего сада [Электронный ресурс] // Служба реставрации музейных ценностей Государственного Русского музея. URL: http://restoration.rusmuseum.ru/rest-letnii-sad-sculpture2.htm (дата обращения: 22.03.2024).

10. Технология изготовления декоративной плитки на цементной основе – https://youtu.be/U2CNAjiq1Ws?si=ZqG5rmmQrdf3vrqi (дата обращения: 22.03.2024).

11. Технология изготовления декоративной плитки на гипсовой основе – https://youtu.be/Bl-SPuu3-Q8?si=nMzNBeQq65PU9CFc (дата обращения: 22.03.2024).

2. Кварцевый агломерат [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8C (дата обращения: 21.03.2024).

3. Акриловый камень [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8C (дата обращения: 21.03.2024).

4. Инструкция по работе с искусственным камнем Staron [Электронный ресурс] // Википедия. URL: https://www.grouppartner.ru/upload/catalogs/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%20%D1%81%20%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%BC%20%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%BD%D0%B5%D0%BC%20Staron.pdf (дата обращения: 21.03.2024).

5. Игнатова А.М. Дизайн художественных изделий на основе каменного литья – симиналов [Текст]: дис. канд. техн. наук: 17.00.06: защищена 25.01.12: утв. 25.05.12 / Игнатова Анна Михайловна. – Санкт-Петербург, 2011.– 159 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/1233.

6. Минеральные наполнители и пигменты для искусственного (литьевого) камня [Электронный ресурс] // «МИНЕРАЛ-АРТ-ДИЗАЙН» ПРИРОДНЫЙ КАМЕНЬ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕСТАВРАЦИИ, ДИЗАЙНА. URL: https://www.mineraly.ru/application/13/#:~:text=%D0%98%D0%BC%20%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D1%82%20%D0%B1%D1%8B%D1%82%D1%8C%20%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D0%B0%2C%20%D1%86%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B9,%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B9%20%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%20%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9 (дата обращения: 21.03.2024).

7. Литье жидкого мрамора [Электронный ресурс] // Лассопласт. URL: https://lassoplast-shop.ru/blog/lite-zhidkogo-mramora/ (дата обращения: 21.03.2024).

8. Обучение технологии GraniStone [Электронный ресурс] // ООО «Гранит». URL: https://xn----8sbicjmbdfi2b8a3a.xn--p1ai/dlya-proizvoditeley-stoleshnits/obuchenie-tekhnologii-granistone/ (дата обращения: 31.03.2024).

9. Технология производства столешниц – https://youtu.be/bxNQGdbtPSs?si=eGZu8Mg6-Lt2m86p.