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»
им. П.Н. Аксенова**

Дисциплина «Современные технологии художественной обработки материалов»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ХУДОЖЕСТВЕННОГО ИЗДЕЛИЯ

*Методические указания
к выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной
обработки материалов»*

Составители: М.Ю. Ершов, В.В. Солохненко

Текстовое электронное издание

Москва
2024

Об издании 1

Подготовлены в помощь студентам, выполняющим лабораторные работы по дисциплине «Современные технологии художественной обработки материалов». Методические указания содержат необходимый теоретический материал и практические рекомендации по технологии получения керамических изделий двумя методами: свободной лепкой и шликерным литьем.

Предназначены для студентов 2–3-го курсов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов».

Рецензент:
А.Д. Огнева, ассистент кафедры «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова Московского Политеха

Рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова (протокол № 3 от 05.11.2024)

Разработано с помощью программного обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

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 24.12.2024
Объем издания 813 Кб. Заказ № 105/24

Издательство Московского Политеха
107023, Москва, Большая Семеновская, 38
www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ЦЕЛЬ РАБОТЫ 5

МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ 5

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 6

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 11

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 22

ВВЕДЕНИЕ

В методических указаниях дано определение термина «керамика», описаны основные виды художественной керамики, применяемые материалы и способы обработки.

Детально рассмотрены технологии изготовления художественных керамических изделий, двумя самыми распространенными методами: свободной лепкой и шликерным литьем.

Цель методических указаний представить в кратком виде информацию о технологиях производства художественных керамических изделий, необходимую и достаточную для выполнения студентами лабораторных работ по дисциплине «Современные технологии художественной обработки материалов».

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Освоение технологии изготовления художественных керамических изделий.
2. Изготовление керамического изделия методом свободной лепки.
3. Изготовление керамического изделия методом шликерного литья.

МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

1. Шамотированная керамическая масса;
2. Литейная масса МШ-1200;
3. Ангобы основных цветов;
4. Глазури основных цветов;
5. Деревянные скульптурные стеки;
6. Шпатель;
7. Угольник – линейка;
8. Ножницы;
9. Маркер;
10. Смеситель;
11. Шуруповерт;
12. Кисти;
13. Скотч;
14. Плотный картон;
15. Канцелярские резинки;
16. Емкости для шликера и гипсового раствора;
17. Палитра.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Под керамикой подразумевают изделия на основе глин, оксидов, бескислородных (карбидов, нитридов и т.п.) и других неметаллических и неорганических соединений, полученные с помощью обжига – тепловой обработки при высоких температурах (выше 800 °С).

Художественная керамика – это художественные изделия из глины как монументального, так и прикладного характера, одним из компонентов которых является глина. Керамическая посуда, вазы, кашпо, мелкая пластика, произведения декоративно-прикладного искусства.

В зависимости от основного исходного сырья и дополнительных компонентов получают терракоту, майолику, фаянс, фарфор, имеющие отличия по внешнему виду и по способам декорирования.

Терракота имеет светлый красно-коричневый цвет обожженной глины, которую не покрывают глазурями. Она легко воспринимает влагу, поэтому применяется в основном для декоративных изделий.

Майолика имеет естественный цвет обожженной глины и пористый черепок. Для использования майоликовых изделий в утилитарных целях их поверхность покрывают глазурями и цветными эмалями, что позволяет сделать черепок водонепроницаемым. Декорирование майолики обогащается нанесением ангоба – беложгущейся глины в виде очень тонкого слоя. На его фоне глазури и цветные эмали приобретают повышенную звучность. Это недорогой вид художественной керамики.

Фаянс в отличие от майолики имеет более тонкий черепок, преимущественно белого цвета, а его пористость в значительной степени ликвидируется прозрачными глазурями. Фарфор представляет собой наиболее совершенный вид художественной керамики. Белизна, механическая прочность, стойкость к химическому и температурному воздействию обеспечили широкие возможности применения в производстве изделий технического назначения, посуды, скульптуры и других художественных произведений. Каолин, глина, полевой шпат, кварц – непременные компоненты сырьевой массы – дают в результате обжига тонкий, прозрачный

черепок. Ювелирная проработка конструктивных и декоративных деталей в сочетании с изысканной росписью ставит фарфоровые изделия в один ряд с наиболее ценными произведениями декоративно-прикладного искусства.

Основа любого керамического изделия – глина. По цвету она делится на два основных вида: красножгущуюся, которая после обжига становится красной, и беложгущуюся, которая после обжига становится белой.

Формование керамических изделий можно вести тремя различными способами:

– полусухим и изостатическим прессованием из пресспорошков;

– пластическим формованием из пластичной массы;

– шликерным литьем из литейных шликеров.

Глинистое сырье

К основным группам сырьевых материалов, применяемых в керамической промышленности, относят пластичные, отощающие материалы и плавни.

Пластичные материалы – глины, каолины, будучи замешаны с водой, под влиянием внешнего воздействия принимают нужную форму, сохраняя ее при последующей сушке и обжиге. Глиняные частицы способны включать воду не только в свою химическую структуру (химически связанная вода), но и удерживать ее вокруг частиц в виде тонких прослоек (физически связанная вода). Это качество определило способность глины, затворенной водой, обладать свойством пластичности. Пластичность – способность изменять свою форму под воздействием нагрузки без разрушения и удерживать форму после прекращения действия нагрузки.

Наряду с глинами в качестве пластичных материалов используют каолины – разновидности глинистых пород, содержащие глинообразующий минерал каолинит, который отличается белым цветом и высокой огнеупорностью. Каолин – непреложный компонент традиционных составов сырья для производства фарфора и фаянса.

Отощающие материалы – добавки к пластичным материалам (шамот, песок). Введенные в глину они, с одной стороны,

уменьшают пластичность массы, затрудняя формование, но с другой – способствуют успешной сушке изделия, уменьшая возможность образования трещин и деформации, облегчая удаление воды из полуфабриката.

Плавни – вещества, дающие в смеси с глинистым веществом при прокаливании более легкоплавкие соединения (полевые шпаты, тальк, пегматит). Плавни не только снижают температуру спекания и огнеупорность глинистых материалов, но и участвуют в образовании структуры фарфора, повышая его просвечиваемость. Плавни в сырой массе действуют как отощающие добавки.

Виды основных групп сырьевых материалов, составляющих керамическую массу, в значительной степени определяют типы керамики: фарфор, фаянс, майолику, терракоту и др.

Способы формования керамических изделий

Исходя из содержания воды, в формовочной массе различают следующие основные способы формовки: способ литья (содержание воды 25–34 %); пластический способ (воды 16–25 %) – это свободная лепка, формование на гончарном круге, ручной оттиск в форме, формование по вращающейся гипсовой форме с помощью шаблона или ролика; полусухой способ (7–16 % влажности); сухой способ (2–7 % влажности).

Наиболее древний и универсальный способ формования – это пластическое формование, названное так по пластичному состоянию массы. Так как глины различаются по своей пластичности, разным глинам необходимо разное количество воды для приобретения необходимых формовочных свойств. Влажность керамических масс, формуемых способами пластического формования, колеблется от 18 до 25 %. Минимальную требуемую формовочную влажность можно определить, раскатывая в руках жгуты диаметром примерно 2–3 см: если масса не прилипает к пальцам, легко мнется, но при этом на формуемых жгутах не появляются поперечные трещины, то ее влажность соответствует формовочной. Пластическое формование осуществляют различными способами, из которых можно выделить как наиболее применяемые – лепку, набивку, раскатку и выдавливание.

Сушка керамических изделий

Сушка – обязательная промежуточная стадия технологического процесса производства керамических изделий, по своей сущности являющаяся массообменным процессом. Если сырые изделия сразу после формования подвергнуть обжигу, то они растрескаются. Сушка в естественных условиях производится на стеллажах в помещениях. При серийном и массовом производстве ускорение процесса сушки керамических изделий достигается путем использования либо камерных сушилок периодического действия, либо туннельных сушилок непрерывного действия.

Поверхность изделия, отформованного из массы, имеющей большую усадку, т.е. высокочувствительной к сушке, может покрыться трещинами уже на первых стадиях сушки. Если скорость сушки велика, то даже малочувствительные к сушке массы в толстостенных изделиях могут образовывать трещины из-за того, что внутренние, еще сырые слои материала не дадут возможность усесть внешним слоям без разрыва поверхности, т.е. без трещин.

По мере удаления влаги при сушке частицы материала сближаются и происходит его усадка. Для получения высококачественных изделий процесс сушки должен осуществляться по строгому режиму согласно определенному графику в зависимости от вида керамических изделий. Продолжительность процесса сушки составляет от 24 ч до 3 суток. Изделия необходимо высушить до остаточной влажности, не превышающей 5%, во избежание неравномерной усадки и растрескивания при обжиге.

Обжиг керамических изделий

В процессе обжига керамическая масса приобретает прочность, стойкость против внешних воздействий и ряд других физико-механических свойств, обусловливающих ее переход в камнеподобное состояние.

Физический смысл стадии обжига керамики заключается в процессе спекания – образования из отдельных дисперсных частиц, связанных в отформованном изделии прослойками технологической связки, монолитного плотного поликристаллического тела. После обжига изделие приобретает свои основные свойства:

механическую прочность, твердость, необходимый цвет; форму изделия уже нельзя изменить, не разрушая его.

В зависимости от назначения и характера керамического материала его обжиг можно вести в один прием или в несколько приемов.

Первый обжиг – утильный – сводится к закреплению формы изделия и к приобретению материалом всех основных, присущих ему свойств.

Второй обжиг – политой или глазурный – закрепление глазури на материале, а для фарфора – приобретение присущих ему основных свойств, которые не были получены при первом обжиге.

Третий обжиг – красочный или декоративный – закрепление на глазурованном материале надглазурной росписи. Этот обжиг может быть и многократным, в зависимости от количества и характера красок, наносимых на обожженный глазурованный материал.

Обжиг разделяют на 3 периода: подъем температуры – нагревание, выдержка при постоянной температуре и снижение температуры – охлаждение. Терракота, майолика, гончарные изделия обжигаются при температуре 950–1140 °С; фаянс: утильный обжиг – 1280 °С, политой обжиг – 1150 °С; фарфор: утильный обжиг – 900 °С, политой обжиг 1300–1400 °С.

При обжиге керамических масс имеют место сложные физические, химические и физико-химические процессы. В процессе обжига черепок претерпевает следующие изменения:

– 110 °С – происходит удаление свободной влаги;

– 250–300 °С – выгорание органических примесей;

– 400–600 °С – дегидратация глины – удаление химически связанной воды;

– свыше 600 °С – плавление легкоплавких минералов – плавней (600–1100 °С).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изготовление керамических изделий методом свободной лепки

Формовка изделий из глинистых пластичных масс влажностью 18–25 % – наиболее старый, традиционный способ изготовления керамических изделий. У пластического формования имеется ряд преимуществ. В первую очередь это выражается в том, что можно делать изделия практически любых форм и размеров. Кроме того, для их изготовления можно приспособить даже самое простое и технологичное оборудование.

Для работы походит готовая керамическая масса или глина для лепки вакуумированная, влажностью 18–25 % (не полимерная), которую выпускается в брикетах от 0,5 до 3 кг, различных цветов. Эта глина очень мягкая в работе, имеет гладкую консистенцию. Хранить ее нужно в запечатанном виде, чтобы вся влага из нее не испарилась. Для работы с глиной используют различные стеки (рис. 1).



Рис. 1. Стеки для работы по глине

Из глины необходимо изготовить небольшую плитку с рельефным рисунком на поверхности размером не более 100х10 мм. Для

получения равномерной по толщине глиняного пласта на лист полиэтилена кладется ком глины между двумя направляющим толщиной 6–8 мм (тонкий деформируется при высыхании) и раскатывается скалкой. Из пласта вырезают необходимый по размерам кусок (рис. 2).

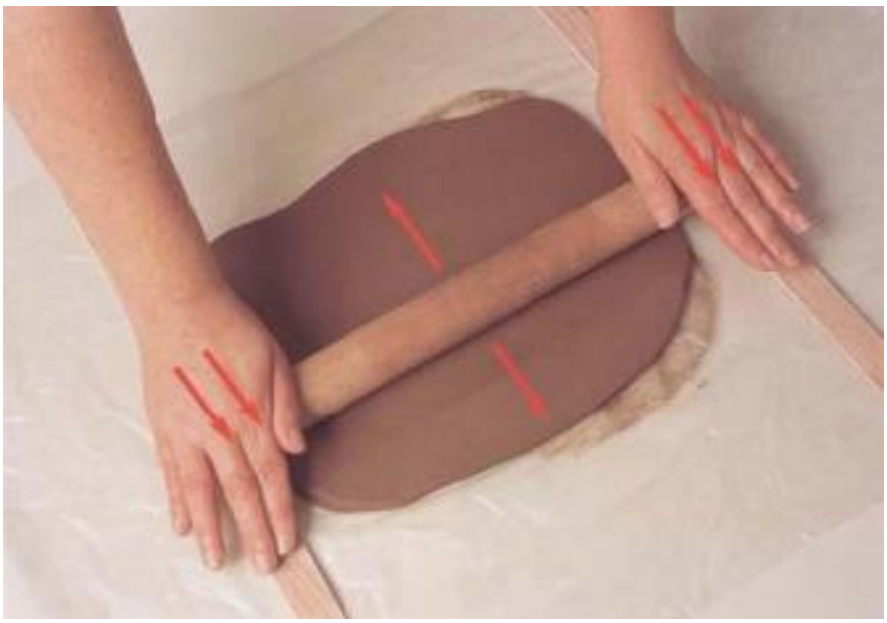


Рис. 2. Раскатка глины

В зависимости от ранее приобретенных навыков для изготовления керамического изделия можно выбрать один из следующих способов рельефной лепки:

– *путем нанесения рисунка:* глиняный паст укладывается на фанеру или доску и выравнивается. Поверхность должна быть гладкой и ровной. Выгладить поверхность можно протиркой глины мокрой тканью. Если глина мягкая и пластичная, то нанести рисунок сложно. Необходимо дать глине подсохнуть до кожетвердого состояния или по сырой через пленку (целлофан) нанести стеком рисунок (для мелких узоров используют иглу или тонкий деревянный стек) (рис. 3). Рисунок может наноситься и отпечатком рис. 4). Главное, чтобы он был четким, что обеспечивается равномерным надавливанием на поверхность изделия. После снятия пленки сгладить неровности и доработать.



Рис. 3. Вырезание рельефа



Рис. 4. Оттиск рельефа

– путем наложения формы на основу: на основу рисунок наносится путем наложения шариков, жгутиков, полос и т.д., в зависимости от эскиза (рис. 5). Любое соединение делается в следующей последовательности: сначала на обеих соединяемых частях изделия делается насечка в виде сеточки стеком или ножом, затем промачивается водой. Присоединяется примазыванием с двух сторон (глина с верхней части заглаживается вниз) стеком или пальцами,

смоченными водой. Закрепление деталей к основе может выполняться и продавливанием насквозь стеком или иглой. Фактуру можно нанести наложением и отпечатыванием фактурой ткани (марля, капрон, тесьма и др.), синтетической или проволочной сеточки, или использованием других различных оттисков.



Рис. 5. Наложение формы на основу

– *путем выбирания глины:* толщина пласта под основу должна быть не менее 20–30 мм. Сначала стеком на поверхности или через пленку наносят рисунок, затем аккуратно снимается одинаковый слой с поверхности основы, там, где нет рисунка (рис. 6). Таким образом, рисунок будет рельефным, выступающим на основе.



Рис. 6. Место удаления глины

Сушка изделий, полученных методом свободной лепки

Необходимо обеспечить равномерную сушку изделий для исключения случаев их коробления и растрескивания. Сырые глиняные изделия сушат на воздухе при комнатной температуре в течение 5–7 дней. Изделия необходимо высушить до остаточной влажности, не превышающей 5 во избежание неравномерной усадки и растрескивания при обжиге. Изделия лучше располагать на ровной деревянной поверхности вдали от отопительных приборов. При сушке не должно быть сквозняков, попадания прямых солнечных лучей. Сам процесс сушки виден глазом – материал изделия светлеет, а само изделие становится легче.

Высохшая глина приобретает достаточно высокую прочность, что позволяет обрабатывать изделие и при необходимости окончательно зачищать мелкозернистой наждачной бумагой. Образующуюся при этом глиняную пыль удаляют широкой кистью или щеткой.

Изготовление керамических изделий методом шликерного литья

Производство любого художественного изделия начинают с эскиза. Эскиз позволяет представить форму, размер и композицию изделия. Как правило делают несколько эскизов на одном листе. Так лучше всего проработать и представить изделие. Эскизы выполняют в цвете и желательно с размерами.

На основе эскиза приступают к изготовлению мастер-модели. Такая модель является точной копией будущего изделия, но отличается от него большими размерами. Размер модели увеличивают чтобы учесть будущую усадку керамического изделия при сушке и обжиге.

Пластилин – самый удобный материал для изготовления мастер-модели. Он позволяет многократно корректировать форму и отдельные детали на поверхности.

Используя мастер-модель делает разборную или неразборную форму из гипса (рис. 7). Вид формы зависит от конфигурации изделия. Для простой пиалы, форма которой напоминает усеченный конус, достаточно будет неразъемной формы. Если на поверхности

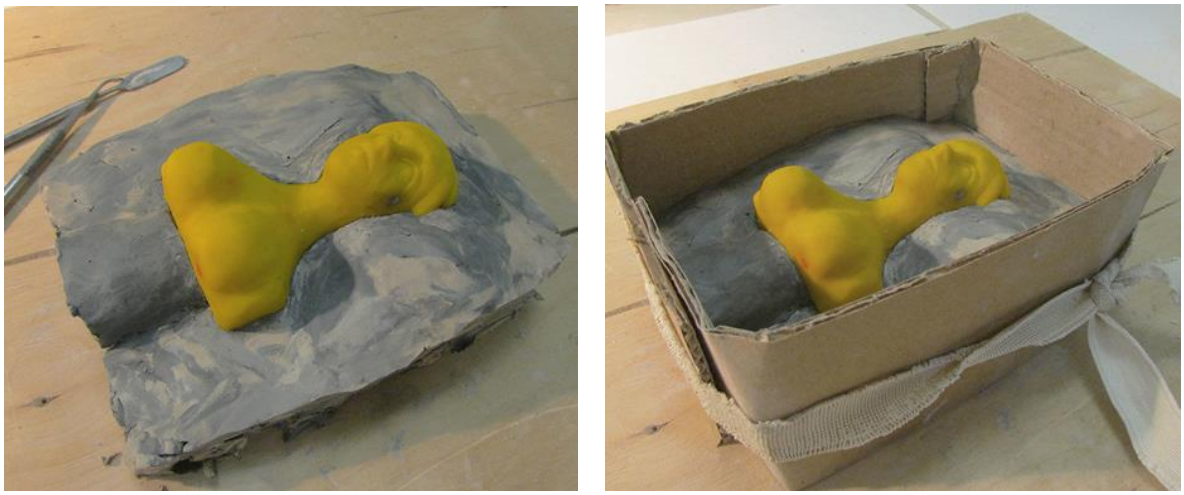
изделия со всех сторон присутствует рельеф, необходима разъемная форма.



а) *б)*

Рис. 7. Неразъемная (а) и разъемная (б) гипсовые формы

При изготовлении разъемной формы, в первую очередь на поверхности мастер-модели прорисовывают линию разъема. Она должна проходить так, чтобы ни один элемент керамического изделия не цеплялся за форму при ее снятии. Далее по линии разъема выстраивают бортик, так чтобы один его край точно совпадал с линией разъема (рис. 8, а). Именно с этой стороны бортика будет изготовлена первая часть гипсовой формы.



а) *б)*

Рис. 8. Пластилиновый бортик по линии разъема мастер-модели (а) и опалубка для первой половины формы (б)

На самом бортике обязательно формируют выступы или впадины, как правило 4–6 штук. Такие элементы, в свою очередь, создадут в одной части формы выступы или впадины. В другой части будут ответные им элементы. А вместе они называются замки и служат для центровки одной части формы относительно другой.

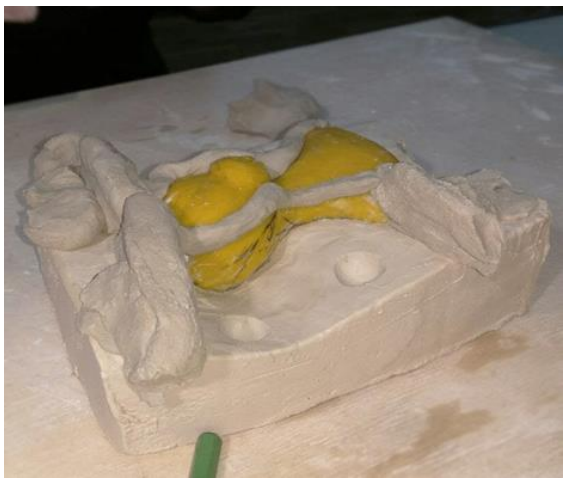
Далее вокруг бортика формируют опалубку из фанеры или картона. Опалубка должна создать замкнутую полость, в которую будет заливаться гипсовый раствор (рис. 8, б). После сборки опалубки всю ее внутреннюю поверхность, а также бортик, покрывают разделительным составом. Для этого используют вазелин или силиконовый спрей-разделитель.

Гипсовый раствор для заливки опалубки готовят из гипса марки ГВВС-16 и воды. От отмеренного количества гипса берут 42–43 % воды. Гипс добавляют в воду, интенсивно перемешивают, вакуумируют, после чего заливают тонкой струйкой в опалубку. Если гипсовый раствор затвердевает до заливки, в воду можно добавить небольшое количество лимонной кислоты (0,5 %), она замедлит процесс.

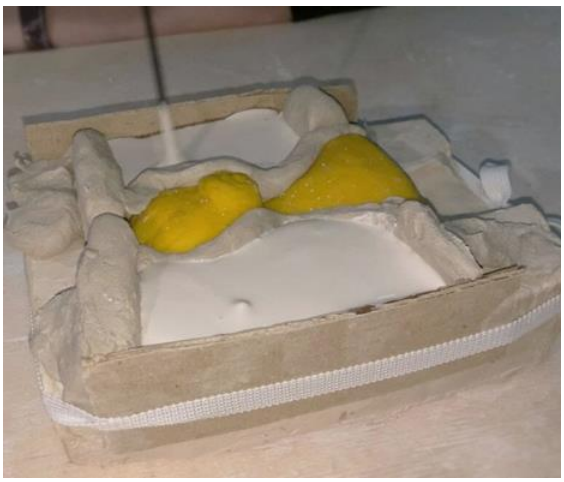
После заливки и затвердевания гипса опалубку разбирают и удаляют бортик. Мастер-модель ни в коем случае не извлекают из полуформы (рис. 9, а).

Для изготовления второй части формы опалубку собирают вновь, прикрепляя ее к краям первой части. Поверхность первой полуформы и мастер-модель обязательно покрывают разделителем, готовят и заливают гипс так, как было описано выше (рис 9, б).

После того, как половины разъемной формы готовы, ее аккуратно разбирают и извлекают мастер-модель. Если форма просто так не разбирается, что бывает часто, применяют молоток и деревянные клинышки. Именно деревянные, так как они не будут раскалывать части формы. Клинышки вставляют в разъем и аккуратно забивают молотком, расклинивая и отделяя половины формы. Полости разобранной формы протирают салфеткой от разделительного состава и осматривают на предмет дефектов, при необходимости дорабатывают (рис. 10).



а)



б)



в)

Рис. 9. Пластилиновые бортики и опалубка для изготовления центральных частей гипсовой формы (а, б), центральные части формы с замками (в)



Рис. 10. Разборка гипсовой формы

Готовую гипсовую форму собирают, скрепляя вместе жгутами и либо переходят к заливке шликером, либо отправляют форму на сушку. Лучше всего для получения керамических отливок использовать высушенную форму. Это можно определить, постучав по форме. Хорошо высушенный гипс "звенит".

Для изготовления первых керамических изделий лучше всего использовать готовый шликер. Например, шамотный шликер МШ-1200. Он представляет из себя суспензию, которую необходимо только размешать и вакуумировать перед заливкой в форму.

Шликер заливают в форму аккуратно и тонкой струйкой, чтобы струя в меньшей степени разбивалась на отдельные потоки и захватывала воздух (рис. 11). Гипсовую форму заливают шликером целиком, после этого выдерживают для набора толщины стенки отливки (рис. 12).



Рис. 11. Процесс заливки шликера в гипсовую форму

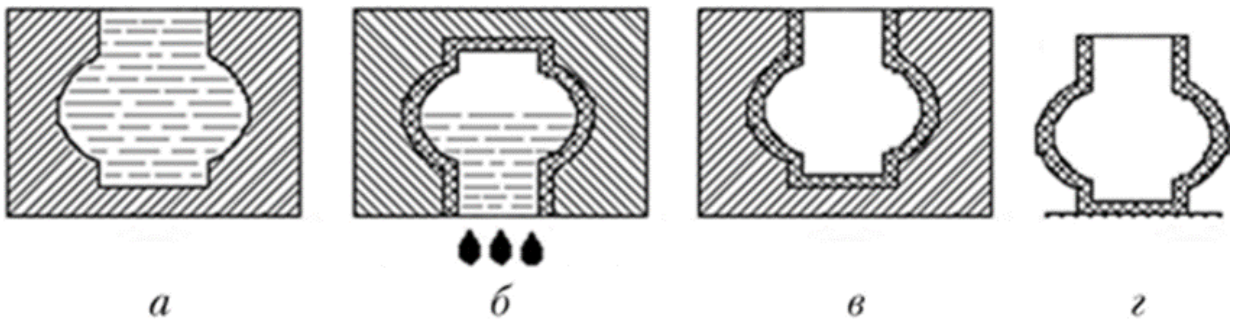


Рис. 12. Порядок изготовления керамической отливки:
а – выдержка шликера в форме, б – слив не затвердевшего шликера,
в – сушка отливки в форме, г – отливка, извлеченная из формы

Залитый в форму шликер будет затвердевать у стенок гипсовой формы. Это связано с тем, что пористый гипс впитывает воду из шликера, обезвоживая слои, прилегающие к форме, делая их более вязкими и в конечном итоге пластичными. Если гипсовую форму с залитым шликером аккуратно наклонить, то можно увидеть стенку отливки у поверхности формы.

Чем дольше выдерживают шликер в форме, тем большая толщина стенки формируется. При этом не следует забывать подливать шликер в форму, потому что уровень его падает из-за того, что гипс забирает в себя воду. При достижении достаточной толщины стенки отливки, как правило 2–3 мм, незатвердевший шликер сливают. Для этого форму резким движением переворачивают над емкостью со шликером. Излишки шликера с поверхности формы счищают.

Форму с отливкой выдерживают в покое 30 минут. За это время тонкая оболочка шликера подсохнет и наберет прочность достаточную для извлечения из формы. Помимо этого, отливка усядет и сформируется небольшой зазор между поверхностью отливки и формы. Этот зазор облегчит извлечение.

Отливку извлекают из формы и осматривают на наличие дефектов. Если дефекты можно исправить, удалить или заделать шликером, то отливку исправляют. Если нет, разрушают и растворяют в объеме шликера. После этого отливку выдерживают сутки до полного высыхания. Окончательным видом обработки является так называемая обмывка. Высушенную отливку протирают влажной губкой, это позволяет выгладить поверхность.

Дальнейшая обработка керамической отливки зависит от материала для декорирования. Если используют ангобы – краски на основе жидкой керамической массы и пигментов, то переходят к декорированию. Ангобы наносят кистями или распылением, полностью или частично покрывая отливку. Ангобами можно расписать отливку, выполнив на ней надпись или узор (рис. 13). После покрытия ангобами отливку отправляют на обжиг. В результате керамика приобретет прочность, а ангобы обеспечат нужный цвет.

Как правило изделие украшение ангобами дополнительно покрывают слоем прозрачной глазури, чтобы придать гладкость и глянцевый блеск поверхности. Глазурью покрывают изделие после первого обжига, а сам глазурный слой формируется в результате второго – глазурного обжига.



Рис. 13. Нанесение ангобов кистью

Если для декорирования керамики выбраны глазури, то высушенная отливка, в первую очередь проходит утильный обжиг. В результате такого обжига керамика набирает прочность и приобретает свой истинный цвет. После утильного обжига отливку покрывают глазурями, методом окраски, распыления или погружения (рис. 14). И далее идет глазурный обжиг, в ходе которого на поверхности отливки формируется стекловидной глазурный слой.



Рис. 14. Нанесение глазури кистью

Ангобы и глазури подбирают по цвету, а также, что более важно, под температуру обжига керамики. Температуры обжига всех трех материалов должны быть сходными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акунова Л.Ф., Крапивин В.А. технология производства и декорирования художественных керамических изделий: Учеб. Для худ.- промышл. Уч-щ и училищ прикладного иск. – М.: Высш. шк., 1984. – 207 с., ил.
2. Иманов Г.М., Косов В.С., Смирнов Г.В. Производство художественной керамики: Учеб. Для сред. ПТУ. – М.: Высш. шк.,1985. – 223с., ил.