

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра декоративно-прикладного искусства
и технической графики

И.А. Ковалёк

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
КЕРАМИКИ**

Курс лекций

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2024*

УДК 620.22:738(075.8)
ББК 30.3я73+85.125я73
К56

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 29.02.2024.

Автор: доцент кафедры декоративно-прикладного искусства и технической графики ВГУ имени П.М. Машерова, магистр педагогики
И.А. Ковалёк

Рецензент:
заведующий кафедрой дизайна ВГУ имени П.М. Машерова,
кандидат педагогических наук, доцент *В.В. Куленёнок*

К56 **Ковалёк, И.А.**
Материаловедение художественной керамики : курс лекций /
И.А. Ковалёк. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – 59 с.

Предлагаемый курс лекций подготовлен в соответствии с учебной программой по дисциплине «Материаловедение и технологии в художественной керамике», содержит теоретическую часть и служит введением в технологию керамики для студентов. Представлены начальные сведения о сырье для производства керамических изделий и краткие сведения об основных видах керамических материалов.

Учебный материал соответствует отдельным темам рабочих программ по дисциплинам: «Декоративно-прикладное искусство», «Народные художественные ремесла», «Работа в материале» и «Материаловедение и технологии художественной керамики».

Предназначается для студентов I–V курсов художественно-графического факультета и способствует приобретению профессиональных знаний и умений будущих педагогов-художников.

УДК 620.22:738(075.8)
ББК 30.3я73+85.125я73

© Ковалёк И.А., 2024
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
КЛАССИФИКАЦИЯ, СОСТАВ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ	5
СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	7
ОРГАНИЧЕСКИЕ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СВЯЗУЮЩИЕ	11
СВОЙСТВА ГЛИН КАК СЫРЬЯ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	17
ВИДЫ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС	19
КЕРАМИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ	24
ГЛАЗУРИ, ЭМАЛИ	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	37
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	38
ПРИЛОЖЕНИЯ	41

ВВЕДЕНИЕ

Современное декоративно-прикладное искусство выделяется яркой национальной особенностью, а предметы, дошедшие до современников, хранят в себе традиции и культуру белорусского народа. Декоративно-прикладное искусство можно разделить по видам: соломоплетение, керамика, деревообработка, ткачество, вышивка, ковка, художественная роспись, вышиванка и др., каждый вид обладает своими выразительными средствами. Керамические находки можно отметить как один из первых культурных источников.

Керамика, как и любые другие виды белорусского декоративного творчества, выделяется заметным национальным своеобразием, отражает характер народа, его духовные стремления и традиции. Задачами педагога являются: сохранение народных традиций; развитие художественно-познавательных способностей студентов; воспитание эстетического отношения к искусству и создание необходимых условий для творческой деятельности студентов.

Предлагаемый курс лекций содержит теоретические основы производства керамики. В нем рассмотрены основные сырьевые материалы, предназначенные для производства керамических изделий.

Материаловедение – это наука, изучающая связь между составом, строением и свойствами материалов, а также их изменения при различных внешних воздействиях (тепловом, механическом, химическом и т.д.). Основная практическая задача материаловедения – изыскание оптимального состава и способа обработки материалов для придания им заданных свойств. Материаловедение условно разделяется на теоретическое, рассматривающее общие закономерности строения и процессов, происходящих в материалах при различных воздействиях, и прикладное (техническое), изучающее основы технологических процессов обработки (термическая обработка, литье, обработка давлением, формованием и т.д.) и конкретные классы материалов. Данные материалы имеют взаимосвязь и взаимообусловленность всей теории, которая применяется в ходе реализации проекта БРФФИ, № договора Г23ИП-016.

Список литературы, приведенный автором, позволит студентам, руководителям кружков, начинающим художникам-керамистам более подробно и полно изучить сырье и материалы для производства керамики, а также получить сведения о местах их приобретения.

Материаловедение является важным источником знаний для студентов художественного профиля, а для молодых художников-керамистов основополагающим ключом при создании творческих работ. Будущее оригинального и национально-самобытного искусства в руках у молодого поколения, которому предстоит продолжить историю керамики.

КЛАССИФИКАЦИЯ, СОСТАВ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ

Керамика (греч. «keramos» – обожженная глина, гончарное искусство) – искусственный материал, получаемый обжигом до спекания минерального (в основном глинистого) сырья, прошедшего специальную технологическую подготовку. По составу и свойствам керамические изделия делят на типы, виды и разновидности. Основные типы керамики – фарфор, тонкокерамические изделия, полуфарфор, фаянс, майолика, гончарная керамика.

Тип керамики определяется характером используемых материалов, их обработкой, особенно тонкостью помола, составом масс и глазурей, температурой и длительностью обжига. В состав масс всех типов керамики входят пластичные глинистые вещества (глина, каолин), отощающие материалы (кварц, кварцевый песок), плавни (полевой шпат, пегматит, перлит, костяная зола и др.). При обжиге отформованных изделий в результате сложных физико-химических превращений и взаимодействий компонентов масс и глазурей формируется структура черепка.

Керамику классифицируют по характеру строения, степени спекания (плотности) черепка, типам, видам и разновидностям, наличию глазури и т.д.

По назначению керамические изделия делят на утилитарную, утилитарно-декоративную, декоративную.

По температуре плавления: легкоплавкие (с температурой плавления ниже 1350°C); тугоплавкие (с температурой плавления 1350–1580°C); огнеупорные (с температурой плавления выше 1580°C).

По составу и свойствам керамические изделия делят на: фарфор; тонкокаменные изделия; полуфарфор; фаянс; майолика; гончарная керамика.

По характеру строения (структуре спекшегося черепка) керамику подразделяют на: грубую, тонкую.

Изделия грубой керамики (гончарные изделия, кирпич, черепица) имеют пористый крупнозернистый черепок неоднородной структуры, окрашенный естественными примесями в желтовато-коричневые цвета.

Тонкокерамические изделия отличаются тонкозернистым белым или светлоокрашенным, спекшимся или мелкопористым черепком однородной структуры.

К тонкой керамике относятся:

Фарфор – важнейший и интереснейший керамический материал. Черепок его плотный, спекшийся, в изломе раковистый, просвечивающийся в тонком слое. Открытая пористость фарфора менее 0,5%, истинная – 35%. Он обладает высокой прочностью, устойчивостью к действию кислот и щелочей.

В состав фарфора входят чистые разновидности каолина, кварца, полевого шпата и пластичные беложгущиеся глины. Фарфор обжигают таким

образом, чтобы часть материала оплавлялась при обжиге и при охлаждении застывала в стекловидном состоянии. В фарфоре содержится до 40–60% стекловидной фазы.

Фаянс – керамические изделия, имеющие плотный микропористый черенок (обычно белый) и покрытый бесцветной прозрачной глазурью. Фаянс, не покрытый глазурью, имеет водопоглощение около 10–14%, впитывает и пропускает жидкости и газы, в связи с чем его использование в технике ограничено. Используют его там, где требуется пористая керамика, например, в бактериологических фильтрах. Глазурование улучшает технические характеристики фаянса.

Майолика и художественная керамика – изготавливается из естественно окрашенных легкоплавких глин, имеет различную окраску черепка с последующим декорированием глухими глазурями, а также цветными глазурями. Водопоглощение до 15%. Невысокая механическая прочность и большая пористость данного вида керамики определяют и ассортимент, это в основном изделия декоративного назначения – вазы, кашпо, скульптура, панно. Из более качественных майоликовых масс изготавливают утилитарные изделия – питьевые наборы, кувшины и т.п.

По степени спекания (плотности) черепка керамические изделия различают: плотные, спекшиеся с водопоглощением менее 5% – фарфор, тонкокаменные изделия, полуфарфор и пористые с водопоглощением более 5% – фаянс, майолика, гончарные изделия.

Водопоглощение керамики. Водопоглощение – числовая характеристика, указывающая на количество открытых пор в обожженном черепке. Чем меньше водопоглощение, тем плотнее и прочнее черепок. Водопоглощение также показывает, насколько хорошо прошел обжиг. Изделия из фарфора должны иметь водопоглощение меньше 1%; изделия из каменной массы – до 3-4%; из майолики – 6% и выше. Сведения о водопоглощении керамических изделий необходимы для определения их пригодности к наружному применению.

Способ расчета водопоглощения (%): неглазурованные обожжённые образцы следует взвесить с точностью до 0,1 г; залить изделия водой полностью, кипятить в течение 5 часов; между образцами расстояние около 2 см, сверху слой воды не менее 2 см (во время всего процесса); после кипячения оставить образцы в воде до полного остывания; насыщенный водой образец протереть влажной (важно!) тряпочкой (сухая впитает из пор воду, и результат не будет точным); взвесить образцы; рассчитать показатель водопоглощения делением разницы между массой влажного и сухого образца, полученный результат умножить на 100 – получаете %.

СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Сырьевые материалы, используемые для изготовления керамических масс, можно разделить на пластичные и непластичные материалы: отошающие материалы и плавни. К пластичным относятся керамические материалы, обладающие пластичностью, т.е. способностью при определенном количестве воды набухать, легко формоваться и сохранять форму, а после сушки и обжига переходить в камнеподобное состояние. Это глина, каолины и некоторые другие материалы, приобретающие пластичность в результате специальной обработки (бентонит, дацит).

Сушка и обжиг пластичных материалов, как правило, сопровождаются значительной усадкой. После обжига пластичные материалы необратимо теряют свои пластичные свойства.

К непластичным относятся отошающие материалы и плавни. Отошающие материалы снижают пластичность керамических масс, препятствуют сокращению размеров изделий, способствуют равномерному удалению воды из черепка, т.е. уменьшают вероятность образования деформаций и трещин, при сушке и обжиге. В качестве отошающих материалов используют кварц, шамот, бой изделий и др.

Плавнями называют материалы, способствующие спеканию черепка (керамического), образованию в нем некоторого количества стекловидной фазы. Плавни плавятся при более низкой температуре, чем остальные компоненты массы. Плавни иногда добавляют в массу для понижения температуры спекания.

Пластичные материалы. Каолин и глины объединяют общим названием – глинистые материалы. Все глинистое сырье делится на 4 группы: глины, каолины, сухари и сланцевые глины.

Глины. Глинами называют тонкодисперсную, осадочную породу, представляющую собой массу, состоящую из частиц пластинчатых минералов, преимущественно гидроалюмосиликатов и сопутствующих примесей, способную образовывать с водой пластичное тесто, которое после обжига превращается в водостойкое и прочное камневидное тело. В качестве примесей глина может содержать кварц, полевого шпат, слюды, карбонаты, растворимые соли, органику, оксиды железа и др.

Глина является продуктом механического разрушения (выветривания) и химического разложения некоторых магматических и метаморфических горных пород, содержащих в своем составе полевого шпат (граниты, сиениты, гнейсы и т.д.). Процесс их образования связан с длительным воздействием на породу воды, углекислого газа, кислот, щелочей, микроорганизмов и т.д. В результате разложения полевого шпата образовывается минерал каолинит $Al_2O_3 - 2SiO_2 - H_2O$. Однако горные породы, кроме полевого шпата, содержат и другие минералы (кварц, слюду и т.д.), поэтому при

разрушении их получается сложная смесь, состоящая из частиц глины, кварца, слюды и других неразложившихся минералов.

Основное качество глины – пластичность – обеспечивает, как правило, группа минералов, так называемая «глинистая субстанция» – каолинит, монтмориллонит, галлузит, бейделлит, и др.

Химический состав глинистых минералов соответствует формуле $aAl_2O_3 - bSiO_2 - cH_2O$, где a , b , c – различные коэффициенты (1,2, 3, 4,...).

Глины чрезвычайно разнообразны как по составу, так и по свойствам. Стехиометрический расчет показывает, что основной глинистый минерал каолинит $Al_2O_3 - 2SiO_2 - 2H_2O$ состоит примерно из 47% кремнезема (SiO_2), 39% глинозема (Al_2O_3) и 14% воды (H_2O).

В зависимости от содержания глинозема в прокаленном состоянии глины подразделяются: высокоосновные (более 40% Al_2O_3), основные (от 40 до 30% Al_2O_3), полукислые (от 30 до 15% Al_2O_3), кислые (менее 15% Al_2O_3).

Каолины образовались в природе из полевых шпатов и других алюмосиликатов, не загрязненных окислами железа. Они состоят преимущественно из минерала каолинита. После обжига присущий им белый или почти белый цвет сохраняется.

Каолин – белая глина, в отмученном от кварца вида представляющая собой почти чистый каолинит с теоретическим составом $Al_2O_3 - 2SiO_2 - 2H_2O$. Каолины отличаются от глин меньшим количеством примесей, часто меньшей пластичностью, белизной, имеют пониженную прочность в сушке и меньшую усадку при сушке и обжиге.

Сухари, глинистые сланцы, аргиллиты, камневидные глины плохо или вовсе не распускаются в воде, но могут проявлять пластичные свойства после тонкого помола или многократного замораживания и оттаивания.

В зависимости от цвета после обжига, интервала спекания, прочности изделия при ударе, термостойкости, промышленного назначения существует производственная классификация глин: фарфоровые и фаянсовые, беложгущиеся, кирпичные и черепичные, гончарные, трубочные, клинкерные, капсульные, терракотовые.

Исходя из внешнего вида черепка после обжига глину разделяют по сортам: высший, первый и второй.

Примеси в глинах. В зависимости от вида и количества примесей глины бывают:

запесоченные (суглинки) – содержат большое количество кварцевого песка (более 30% SiO_2);

карбонатные или мергелистые – содержат много (более 5%) углекислых солей кальция и магния ($CaCO_3$; $MgCO_3$);

железистые – с содержанием оксидов железа более 3%.

Битумозные – глины темно-серые и черные до обжига вследствие присутствия значительного количества органических примесей (угля,

торфа и др.), выгорающих в обжиге и не влияющих на основной цвет глиняного черепка.

Каолины могут быть: щелочные, содержащие большое количество оксидов калия и натрия (например – китайские каолины); кремнеземистые, с высоким содержанием $\text{SiO}_2(\text{I})$, а также отмученные и не отмученные от кварца.

Основная минеральная примесь в глинах – зерна кварца, количество которого колеблется в широких пределах. Кварц снижает пластичность глин, уменьшает их усадку. В случае необходимости кварц выделяют из глины и каолинов отмучиванием. Нередко присутствуют и зерна полевого шпата.

Весьма частой примесью в глинах, особенно низкосортных, являются карбонаты кальция и магния (CaCO_3 ; MgCO_3). Карбонаты могут быть распределены в глине в виде мелких и довольно крупных (до 10 мм и более) включений. В тонкодисперсном состоянии при температуре выше 1000°C эти примеси способствуют спеканию керамического черепка, но стекловидная фаза в массах из таких глин быстро развивается на коротком интервале температур, что может вызвать деформацию изделия. При обжиге до 1000°C влияние карбонатов как плавней не сказывается, но прочность изделия после обжига заметно снижается. В случае присутствия в глине крупных (более 1 мм) включений карбонатов, после обжига в черепке образуются оксиды кальция и магния, которые поглощают влагу из воздуха, образуют гидроксиды, значительно увеличиваются в объеме и разрывают черепок. Такие включения часто называют дутиком или мергелем. Аналогичное действие оказывает примесь гипса в глинах.

Окрашивают глины в основном оксид железа (Fe_2O_3) и рутил – оксидный минерал, состоящий из диоксида титана (TiO_2), которые придают глине после обжига цвет от желтого до красно-коричневого, причем присутствие извести существенно ослабляет окраску.

В глине, белый цвет может быть обусловлен присутствием различных оксидов. Одним из таких оксидов является оксид алюминия (Al_2O_3), который часто называется алюминиевой глиной.

Алюминиевая глина обладает белым цветом благодаря своей кристаллической структуре и отсутствию примесей других металлов, которые могли бы придавать ей другой оттенок.

Белого цвета глины можно достичь также за счет других оксидов, которые используются в керамическом производстве: оксид магния (MgO) – улучшает огнеупорные свойства глины и придает ей белый цвет; оксид цинка (ZnO) – способствует получению белого цвета в глине; оксид кальция (CaO) – может придавать глине белый оттенок, но его использование должно быть осторожным, так как при слишком больших концентрациях он может вызывать растрескивание при обжиге.

Оксиды металлов – это химические соединения, получаемые при соединении металла с кислородом. Они обладают различными свойствами и отвечают за оттенки в глине.

Наиболее известные оксиды металлов имеют валентность I, II, III. При их добавлении глина может приобретать различные цвета (в зависимости от концентрации и условий обжига):

Оксид меди (II) – CuO (оксид медиокислый) – красновато-коричневые оттенки.

Оксид железа (III) – Fe_2O_3 (оксид железа (III)) – красные, оранжевые и желтоватые оттенки, черный цвет глины.

Оксид хрома (III) – Cr_2O_3 (оксид хрома (III)) – подразумевается использование хромовых солей для придания глине голубого или зеленого цвета. Однако, следует быть осторожными с этим оксидом, так как он является токсичным.

Оксид кобальта (II, III) – CoO (оксид кобальта (II)), Co_2O_3 (оксид кобальта (III)) – синие, голубые, фиолетовые или черный оттенки. Он входит в состав группы оксидов, которые считаются относительно стабильными и не изменяют цвет после обжига.

Оксид алюминия – Al_2O_3 (оксид алюминия) – белый цвет. Оксид алюминия обычно используется вместе с другими оксидами, чтобы создать матовую или перламутровую поверхность.

Оксид никеля (II) – NiO (оксид никеля (II)) – от серого или зелено-желтого до черного (в зависимости от способа получения) до обжига, после обжига светло-коричневый, серый и фиолетовый оттенки. Оксиды никеля используются редко.

Оксид магния – MgO (оксид магния), который может придавать глине желтый цвет.

Оксид марганца (II) – MnO (оксид марганца (II)), который может придавать глине розовый или фиолетовый оттенок (используются редко).

Используя различные оксиды металлов, керамисты могут создавать разнообразные оттенки глины.

ОРГАНИЧЕСКИЕ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СВЯЗУЮЩИЕ

В разных отраслях керамического производства используют органические и неорганические связующие, которые улучшают механическую прочность сырца, и способствуют выдержать (без разрушения) дальнейшие технологические операции, совершаемые до обжига.

Органические связующие. Большинство органических связующих растворимы в воде (могут образовывать эмульсии) и ведут себя как поверхностно-активные вещества, улучшая контакт между жидкой и твердой фазой.

Обычно органические связующие не улучшают механическую прочность сырца до сушки. Сухая прочность растет пропорционально добавленному количеству связующего, ее можно увеличить на 30%. Теоретически органические связующие должны выгореть при низких температурах с образованием минимального количества остатка. Однако с их введением увеличивается общее содержание органических веществ в массе, поэтому довольно часто возникает проблема черной сердцевины.

Органические связующие часто подвержены разложению бактериями, и возникает необходимость добавления антибактериальных средств. Органические связующие также используют в глазурях и ангобах для улучшения адгезии к поверхности керамики, предотвращения седиментации (от лат. *sedimentum* – осадок, называют процесс оседания частиц дисперсной фазы в жидкой или газообразной среде под действием силы тяжести) и улучшения реологических (свойства тел, связанные с течением и деформацией) характеристик.

Поливиниловый спирт (ПВС). Обычно используют для глазурей, в процессе глазурования, перед проведением шелкографической печати – водный раствор ПВС напыляют на поверхность глазури, которую предполагается декорировать. Это сильное ПАВ, связующая способность тесно связана со смачивающей способностью. ПВС с низкой молекулярной массой обладают меньшей вязкостью и минимально влияют на вязкость глазурей или шликера. ПВС стабилен, не ферментируется. Часто товарной формой ПВС является его водный раствор.

Крахмал. Крахмалы – порошковые материалы из группы углеводов, образующие коллоидные суспензии в воде и имеющие сильные связующие свойства. Часто крахмалы не растворяются полностью в воде из-за большого молекулярного веса, и это обстоятельство препятствует миграции в процессе сушки. Возможно смешивание крахмала и сухих керамических порошков, после чего смесь можно увлажнить, отформовать и высушить. Крахмалы очень быстро разрушаются ферментами. Химические производные крахмалов имеют свойства, близкие к эфирам целлюлозы.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ). КМЦ – желтовато-белый растворимый в воде порошок, может мигрировать при сушке, поэтому его распределение в теле изделия будет неоднородным. Существуют разные виды

КМЦ с разным молекулярным весом. КМЦ-продукты со средним и высоким молекулярным весом являются более сильными связующими, но они увеличивают вязкость шликеров и поэтому не могут быть использованы выше некоторых концентраций, так что их упрочняющее действие реализуется не полностью. КМЦ улучшает пластичность и механические характеристики сухого изделия, полностью выгорает при обжиге.

Декстрин. Это желтоватый порошок, получаемый при обработке крахмала небольшими количествами кислоты. Декстрин – сильное связующее, иногда его применяют для гранулирования глазурей (эффект кракле) сухого нанесения и в качестве глазурного клея, улучшающего сцепление с керамической подложкой. Декстрин тоже улучшает пластичность глинистой массы.

Восковые эмульсии. Восковые эмульсии ведут себя как смазки в сырце и как связующее в сухом изделии. Наиболее широко их используют при производстве технической глиноземистой керамики.

Полиэтиленгликоли (ПЭГ). ПЭГ с низким молекулярным весом, используют в качестве пластификатора и смазки. Высокомолекулярные ПЭГ похожи на консистентные смазки, их используют как связующее и пластификатор при прессовании. Они растворяются в воде и поэтому часто применяются для приготовления печатных красок.

Лигносульфонаты. Желтоватые порошки переменного состава с переменным молекулярным весом. Это полимеры, которые можно модифицировать добавлением в молекулу органических и неорганических групп. Лигносульфонаты являются анионными производными лигнина, они растворяются в воде и проявляют поверхностно-активные свойства. Лигносульфонаты очень эффективны в увеличении механической прочности сырца и сухой прочности. Они применяются в качестве смазки при экструзии и прессовании. Добавка лигносульфонов в керамическую массу может составлять от 0.1 до 2.0%. 1% лигносульфоната при прессовании плитки может удвоить прочность, правда, при этом возможно появление черной сердцевины черепка. Их часто используют для уменьшения усадки при сохранении уровня механической прочности масс со сниженным содержанием пластичной глины.

Метилцеллюлоза. Производное целлюлозы, получаемое из целлюлозы обработкой под давлением метилхлоридом в присутствии щелочей. Это неионогенный полимер, растворяющийся в воде при низких температурах. Метилцеллюлоза стойка к действию микроорганизмов, но имеет тенденцию к образованию пены. Растворы метилцеллюлозы имеют разную вязкость. Она проявляет разжижающие свойства. Метилцеллюлозу часто используют как временную связку в производстве огнеупоров и другой технической керамики, так как она одновременно является смазкой, увлажнителем и пластификатором. Гидроксиэтилцеллюлоза – похожий материал, но с меньшим пенообразованием.

Парафины. Смесь парафинов и карнаубского воска широко используется как связующее при производстве специальных изделий при холодном изостатическом (процесс происходит под высоким газовым давлением при повышенных температурах) или обычном прессовании. Состав смеси определяется задачами точности размеров и формой кромок. Эти смеси производятся и в виде эмульсий, которые выполняют функции связующего, пластификатора и смазки.

Полиакрилаты. Натриевая и аммониевая соли полиакриловой кислоты растворимы в воде, они в основном используются как сильные разжижители. Они могут выступать и в роли связующих. Эфиры полиакрилатов (полимеры сложных эфиров акриловой, метакриловой или цианакриловой кислот) нерастворимы в воде, но имеют похожие свойства.

Неорганические связующие. У неорганических связующих есть важные свойства: они не подвержены атакам микроорганизмов и никогда не дают «черную сердцевину» черепка.

Алюмосиликаты магния. Имеют разный химический состав, поскольку получают их из природных чрезвычайно пластичных минералов, называемых смектитами. Частицы смектитов небелые, имеют коллоидные размеры. При добавлении этого связующего к шликеру в количестве 0.5–5% механическая прочность образцов возрастает пропорционально. Связующие менее эффективны по сравнению с другими, но у них есть важная особенность: отсутствует миграция при сушке, так что проблем при глазурировании становится меньше.

Бентонит. Самый пластичный и водонепроницаемый глиняный материал в мире. И эти качества происходят из-за высокой химической активности его мельчайших частиц, размер которых в 10 раз меньше глины. 0.5–3% бентонита улучшает прочность сырца. Большое количество бентонита ухудшает белизну обожжённого изделия из-за высокого содержания в нём железа. Не мигрирует при сушке.

Силикат натрия, или жидкое стекло. Силикат натрия обычно используется в керамике в качестве дефлокулянта при подготовке шликера.

Другие добавки. Плавни добавляют в глины в тех случаях, когда желательно понизить температуру ее спекания. В этом качестве используют полевые шпаты, железную руду, тальк, жидкое стекло и т. п.

Гипс. Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – это вяжущее вещество, получаемое из гипсового камня (мягкого сульфатного минерала), от греческого «gypsos» – мел, известь, минерал, водная сернокислая соль кальция.

Различные виды гипса образуются при обжиге и измельчении гипсового камня, в зависимости от температуры отделяется химически связанная вода (рисунок 1–3). При 100°C начинается формирование полугидратного гипса. При его затворении в воде вновь образуется дигидрат сульфата кальция. Это замкнутый цикл.

Гипсовое вяжущее расширяется при твердении, увеличивается в объеме на 0,5–1-3%. При высыхании объем уменьшается всего на 0,05-0,1%.

Свойства гипса: растворим в воде (лучшая растворимость при температуре 37–38°C); устойчив к механическим воздействиям; имеет низкую теплопроводность; высокая устойчивость к повышенным температурам. При контакте с открытым пламенем в течение 6-7 часов проявляются следы разрушения. Гипс материал гипоаллергенный.

Гипс имеет несколько разновидностей по кристаллической структуре:

1. мелкозернистый, плотный гипс с сахаровидным изломом или крупнозернистый, плотный гипс с беспорядочными кристаллами (алебастр);

2. волокнистая порода, сложенная из правильно расположенных нитевидных кристаллов (селенит);

3. пластичный гипс, с плоскими прозрачными кристаллами слоистой структуры (гипсовый шпат).

Виды гипса:

алебастр – мелкозернистый, разных цветов минерал;

селенит – структура параллельно-игольчатая, имеет шелковистый блеск;

марьино стекло (девичий лед) – формируется при расслоении крупных таблитчатых кристаллов.

Существует строительный гипс, который применяется в производстве строительных смесей (штукатурка, шпатлевка, наливные полы) и входит в состав портландцемента, гипсобетона, гипсокартона, декоративного камня, имитации мрамора. Формовочный гипс отличается от строительного более тонким помолом, содержанием меньшего количества примесей и повышенной прочностью. Чем выше марка гипса (Г4-Г25), тем мельче помол, прочнее отливка и меньше воды требуется для раствора (увеличение количества воды для затворения понижает прочность отливки). Формовочный гипс требует в 1,5 раза меньше воды, чем строительный (алебастр). Время схватывания гипсового раствора около 30 минут, применяется для скульптурных и лепных работ (в искусстве и медицине), изготовления форм в керамическом производстве. Для изменения сроков схватывания добавляют ускорители и замедлители.

Добавки, замедляющие процесс схватывания (ингибиторы):

5-10% раствор клея столярного, желатина; 2-3% раствор буры; 5-6% раствор сахара, жидкое стекло, сода; 3-4% водная эмульсия глицерина; 5% раствор этилового спирта, триполифосфат натрия. Следует помнить, что замедлители снижают прочность гипсовой отливки.

Добавки, ускоряющие процесс схватывания гипса (катализаторы):

3-4% раствор поваренной соли, селитра, крахмал, мыло, сульфаты калия и натрия. Применение воды температурой 40-50°C также ускоряет время схватывания.

Минерал также используется для сульфата аммония (удобрение), высших сортов писчей бумаги (как наполнитель), как флюс при выплавке никеля. Хранить порошок гипсового вяжущего необходимо в герметично закрытой таре или в полиэтиленовых мешках в сухом помещении.

Отощающие материалы. При применении для производства керамических материалов высокопластичных глин в сырьевую смесь вводят отощающие добавки или определенное количество малопластичной глины.

Высокопластичные глины для затворения требуют большое количество воды (до 28%) и поэтому дают большую линейную усадку при сушке (воздушная усадка) и обжиге (до 15% – огневая усадка). Для уменьшения усадки необходимо вводить отощающие добавки, т.е. непластичные вещества. При этом значительно уменьшается количество воды, необходимой для затворения глиняного теста, что сокращает технологическую усадку (до 2-6%).

В качестве отощающих добавок чаще всего применяют вещества неорганического происхождения: кварцевый песок, шамот (обоженная и измельченная глина), бой изделий, молотый шлак и золу. Эти добавки не только уменьшают усадку изделий, но и улучшают формовочные свойства массы, делают более легким технологический процесс производства и устраняют брак. Отощающие материалы добавляют в количестве 10-25%.

Плавни. Плавнями в керамических массах называются вещества, которые способствуют спеканию черепка, образуют в нем стекловидную и кристаллическую фазу, уплотняя и упрочняя черепок.

Полевые шпаты – универсальный плавень в технологии тонкой керамики и в производстве глазурей. Представляют собой алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов.

Флюсующее действие плавней обусловлено их низкой температурой плавления или способностью образовывать с другими компонентами массы легкоплавкие эвтектики (от греч. «εὐτήκτος» – легко плавящийся, микрогетерогенная смесь кристаллических твердых фаз).

Калиевые полевые шпаты (ортоклазы) отвечают формуле $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, натриевые (альбиты) – $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, кальциевые (анортиты) – $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, бариевые полевые шпаты (цельзианы) – $BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Температура плавления чистого альбита – 1118°C, ортоклаза – 1170°C, анортита – 1550°C.

Флюсующее действие полевых шпатов в керамической массе проявляется с 900°C, дальнейшее повышение температуры ведет к растворению в расплаве каолина и кварца.

Пегматиты. В настоящее время являются основным заменителем полевых шпатов в производстве тонкой керамики. Пегматиты содержат в своем составе 60-70% полевых шпатов, 25-30% кварца, некоторое количество слюды и других минералов. Наличие слюды в пегматитах нередко приводит к образованию «мушек», портящих внешний вид беложгущихся изделий. Твердые растворы альбита и анортита образуют группу плагиоклазов.

Граниты также являются заменителями полевых шпатов. Светло-серые и розовые граниты Кольского полуострова после обогащения содержат до 70% калиевого полевого шпата и почти не содержат оксидов железа и титана.

Перлиты – порода вулканического происхождения, содержащая 70-75% SiO_2 ; 12-15% Al_2O_3 ; 0,5-2% Fe_2O_3 ; 1-2% CaO , 0,1-1,3% MgO , 5-8% щелочных оксидов. Размягчение перлитов начинается с 1040-1070°C.

Известняк, мел, мрамор – все эти материалы имеют химическую формулу CaCO_3 , но обладают различной структурой. MgCO_3 – магнезит, CaCO_3 - MgCO_3 – доломит.

Карбонаты кальция и магния при температуре выше 900°C разлагаются с образованием оксидов: $(\text{Ca}, \text{Mg}) \text{CO}_3$ - $(\text{Ca}, \text{Mg}) \text{O} + \text{CO}_2$.

Оксиды кальция и магния весьма огнеупорны (2600 и 2800°C соответственно), но находясь в тонко измельченном виде, при температуре выше 1000°C образуют легкоплавкие эвтектики с другими компонентами керамической массы и способствует спеканию черепка.

Дацил – это каолинизированный вторичный кварцит, вводится в керамические массы взамен основной части каолина и кварцевого песка. При тонком измельчении с водой дацил проявляет признаки пластичности. Содержит 75-77% SiO_2 ; 15- 17% Al_2O_3 и 5-6% щелочных оксидов.

Тальк. Теоретический состав талька $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Породы, содержащие большое количество талька называются талькитами, а талькиты с плотной структурой – стеатитами. Тальк вводится в керамические массы для повышения их огнеупорности и стойкости к резкому перепаду температур. Тальк совместно с CaO содействует повышению прочности изделий при температуре обжига 1000-1050°C, однако снижает интервал спекания. Керамические массы, содержащие более 15% талька проявляют склонность к впитыванию глазури.

Введение талька в глазури способствует созданию матовых непрозрачных поверхностей (MgO образует кристаллы силиката магния при охлаждении). Но если его добавить из фритты, то можно создать удивительно прозрачную глянцевую глазурь.

Тальки сильно различаются по содержанию железа (в некоторых тальках содержание железа почти нулевое, в других – намного выше). Поэтому отсутствие желаемой белизны черепка может происходить из-за недостаточно белого талька. Некоторые керамисты посыпают тальком сложные места в гипсовых формах, чтобы облегчить высвобождение отлитых деталей.

Пирофиллит – минерал, структурно подобный тальку, имеет химический состав $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Огнеупорность пирофиллитов 1610-1710°C. Мягкость пирофиллита позволяет вытачивать из него детали, которые после обжига при 1300°C соответствуют прочности фарфора.

СВОЙСТВА ГЛИН КАК СЫРЬЯ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Пластичность – способность глиняного теста под влиянием внешних механических воздействий принимать определенную форму без разрывов и трещин и сохранять ее. (Чем выше пластичность глины, тем больше опасность растрескивания изделий при сушке и обжиге).

Различают глины высокопластичные (жирные), глины средней пластичности и малопластичные (тощие) глины. Жирные глины с малым содержанием песчаных частиц (крымский кил), легко связывающие много воды обладают хорошей пластичностью, связностью и легко поддаются формованию, однако сформованные из них изделия при высыхании значительно уменьшаются в объеме и дают трещины. Тощие глины трудно поддаются формованию и плохо удерживающие влагу (гидрослюды). Для повышения пластичности формовочной массы и улучшения качества кирпича и других материалов применяют поверхностно-активные вещества – сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ) и др. Степень пластичности зависит от минералогического состава глин, размера и формы связующих частиц и др.

Чтобы определить жирность, следует развести водой глину в пробирке, взболтать. Тощая быстро выпадает в осадок, а жирная образует вязкую массу. Еще один способ проверки пластичности: после замеса необходимо слепить «бублик», который не растрескается при высыхании.

Набухание – способность глины увеличиваться в объеме при смешивании с водой. Это свойство зависит от минерального и зернового состава глин.

Связующая способность – свойство глин связывать «зерна» непластичных материалов, образуя при высыхании достаточно прочное изделие – сырец.

Усадка глин – уменьшение линейных размеров и объема глиняного сырца при сушке (воздушная усадка) и обжиге (огневая усадка).

Воздушная усадка выражается в процентах от первоначального размера образца-сырца (от 3-2% до 12-10%) до полного высыхания. Воздушная усадка тем больше, чем выше пластичность глины. Уменьшают ее, добавляя отошающие материалы.

Огневая усадка глин – изменение линейных размеров и объема высушенного глиняного образца в процессе обжига. Ее величина составляет 2-8%.

Арифметическую сумму воздушной и огневой усадок называют полной усадкой. Полная усадка, как правило, составляет 5-15 %, при этом наибольшее значение усадки у высокопластичных глин. Большая усадка глины считается отрицательным свойством, так как неравномерное изменение линейных размеров и объема вызывает деформацию изделия (искривления, трещины).

Спекаемость глин – свойство глин уплотняться при обжиге с образованием камнеподобного черепка, т.е. при обжиге образовывается «черепок» с высокой механической прочностью и химической стойкостью.

Огнеупорность глин – свойство глины выдерживать действие высокой температуры без деформирования. По этому показателю глины делятся на: огнеупорные, огнеупорность выше 1580°C, тугоплавкие, огнеупорность 1350-1580°C и легкоплавкие с огнеупорностью ниже 1350°C.

Огнеупорные глины состоят из глинистых частиц, содержат небольшое количество примесей и поэтому обладают высокой пластичностью. Применяют эти глины для изготовления огнеупорных, фарфоровых и фаянсовых изделий. Тугоплавкие глины используют в производстве плиток для полов, канализационных труб и других видов строительной керамики. Из легкоплавких глин изготавливают красный глиняный кирпич, пустотелые керамические камни, черепицу и другие изделия.

Адсорбционность (поглощающая способность). Свойство поглощать на своей поверхности ионы и молекулы из окружающей среды зависит от состава глин. Часть их обладает адсорбционными свойствами в естественном состоянии, иные требуют предварительного активирования. Из вышеперечисленного, наилучшими показателями по этим параметрам обладают бентонитовые глины, далее следуют бейделлитовые. Именно бентонитовые глины являются непревзойденными адсорбентами, далеко оставляя за собой все другие виды.

Цвет глин, как в сыром, так и в обожженном состоянии. Цвет глины зависит от минерального состава и присутствия окиси алюминия, окиси железа, окиси титана и других примесей. Если оксиды железа и титана в сумме не превышают 1%, то глина имеет белый цвет после обжига, если более 1%, то глина после обжига становится от светло-терракотовой до ярко-красной несмотря на то, что в сыром виде она была серой, черной, зеленой или голубой. Бывают черные глины, которые после обжига становятся абсолютно белого цвета. Обожженный черепок по цвету можно разделить на: беложгущиеся (белый черепок); светложгущиеся (светло-желтый, светло-серый черепок); темножгущиеся (красный, коричневый оттенок черепка) глины.

Для придания стойкости к внешним воздействиям, улучшения водонепроницаемости и декоративного вида поверхности некоторых керамических изделий покрывают глазурью или ангобом. Глазури и ангобы являются декоративными, отделочными слоями.

Стекловидный слой **глазури**, нанесенный на поверхность керамического материала, закрепляют на нем обжигом при высокой температуре. Глазури могут быть прозрачными и непрозрачными (глухими), различных цветов.

ВИДЫ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

Существует большое множество рецептов керамических масс, которые отличаются друг от друга по составу, но ни один из рецептов не следует использовать без корректировки в соответствии с конкретными условиями работы. Например, гончарная, майоликовая, терракотовая, многошамотная, шамотная, фарфоровая, фаянсовая массы, шликерная масса и т.д.

В естественном состоянии глина обычно непригодна для формования изделий. Нужно разрушить природную структуру глины, удалить из нее вредные примеси, измельчить крупные включения, смешать глину с добавками, а также увлажнить ее, чтобы получить удобно формующую массу.

Керамические массы условно делятся на три группы: влажные, с содержанием воды 10...14% общей массы; полусухие – 3...8%; сухие – 0...2%.

Сырьевую смесь готовят полусухим, пластическим или мокрым (шликерным) способами. Выбор того или иного способа зависит от свойств сырьевых материалов, состава керамических масс и способа формования изделий, а также от их размеров и назначения.

Гончарная масса – имеет несколько вариантов содержания песка (от 5 до 50%), ее можно использовать для работы на гончарном круге. Рабочая влажность 23–24%. Общая усадка примерно 9%. Температура обжига 900 – 950°C.

Гончарная глина – горная порода, состоящая из смеси глинистых минералов с компонентами, придающими ей необходимые качества: пластичность, пористость и огнеупорность (художники-керамисты называют глиной любой исходный пластичный материал).

Шамотная (многошамотная) масса – отощенная глиняная масса, в которую вводят шамот (порошок из тонкомолотых огнеупорных глин). Шамотная масса в основном служит для производства крупногабаритных толстостенных изделий декоративно-художественного назначения, а именно интерьерной и садово-парковой керамики, т.к. состав масс обеспечивает сопротивление деформации под нагрузкой при обжиге изделий. Действие шамота зависит не только от количества его в соответствующей массе, но и от зернистого состава, температуры обжига самого шамота и даже от формы зерна. Рабочая влажность 22%. Общая усадка примерно 6%. Температура обжига 1000° – 1200°C.

Каменные массы. Каменные изделия изготавливаются из масс, в состав которых входят тугоплавкие и огнеупорные глины (с содержанием не менее 17%), обладающие большим интервалом между температурой спекания и началом деформации (интервал спекания). Интервал спекания каменнодельных глин составляет 300 – 500°C (у гончарных масс 50 – 100°C). В состав каменных масс кроме глины входят плавни, отошающие материалы, иногда красители. Каменные изделия обжигаются дважды, первый обжиг (утельный) на 900°C, политой на 1150 – 1300°C. В качестве плавня ча-

сто используются нефелиновые сиениты, что обуславливает окраску каменных масс и снижает температуру их обжига.

Составы масс и технология производства каменных изделий сходны с производством фарфора. Отличие в том, что для каменных изделий используется низкосортное сырье, содержащее большое количество примесей. Водопоглощение каменных изделий 3–5%. Каменные изделия зачастую глазуруют полевошпатовой глазурью.

Цветная масса – глина с содержанием оксида или красочного пигмента, представляющая собой гомогенную смесь. Если, проникая глубоко в глину, часть краски останется во взвешенном состоянии, то может нарушиться ровный тон сырья. Из нее можно делать массы с эффектом мраморизации и камня, т.к. слои разных цветов хорошо соединяются друг с другом. В состав массы вводится стеклообразующий компонент в виде растворимой соли натрия (сода). В процессе сушки происходит его миграция на поверхность изделия, в результате после обжига образуется тонкий слой глазури. При обжиге рекомендуется подложить огнеупорную бумагу, чтобы исключить прилипание.

Самоглазурующая масса. Изготовление керамических изделий из самоглазурующей массы, преимущественно используется для строительной и технической керамики, например для изготовления самоглазурующихся облицовочных плиток. Повышается износостойкость. Температура обжига варьируется от 840 до 1225°C, зависит от состава керамической шихты (добавки до 30%).

Цвет массы без красящих добавок после обжига остается прежним, а поверхность приобретает глянец. На поверхности, опирающейся на плиту, после обжига эффект самоглазурования не выражен, поверхность матовая (при сушке происходит миграция щелочи на поверхность). Для получения глазурного слоя со всех сторон рекомендуется обжигать изделие на подвесе или на специальных подставках (косточках). В качестве основных методов формования рекомендуются: ручная лепка, набивка в гипсовые или полимерные формы. Масса не предназначена для литья (из-за специфики состава) и работы на гончарном круге (из-за невысокой пластичности). При работе рекомендуется использовать смесь глицерина с водой для смазывания пальцев и соблюдать меры предосторожности: обязательно мыть руки после работы с массой, особенно окрашенными соединениями меди. Из-за присутствия в составе соды масса может сушить кожу рук, поэтому рекомендовано работать в перчатках или пользоваться защитным и восстанавливающим кожу кремом для рук. Хранить массу следует в закрытом пакете, не допуская пересыхания.

Шликер (литейная масса) – водная суспензия, содержащая мелкодисперсные частицы керамической массы, не оседающие в течение длительного времени. Для придания шликеру устойчивости (поддержания частиц во взвешенном состоянии) используют химические добавки и непрерывное пе-

ремешивание. Для лучшей текучести добавляем вещества электролиты, дефлокулянты (процесс разжижения шликерной суспензии называют дефлокуляцией) или, если это проводящие ток соединения, – электролитами. Общее количество электролита редко превышает 0,4 – 0,5% от веса сухой массы. Они создают слабую щелочность в шликерной среде, которая разжижается вследствие ряда электрохимических явлений. После его введения шликер приобретает необходимую текучесть и улучшает механическую прочность сухих изделий, получаемых прессованием или экструзией.

Дефлокулянт нейтрализует заряды частиц в шликере, что обеспечивает равномерное разжижение. Можно значительно снизить содержание воды в шликере, не увеличивая его вязкости, а главное придать ему равномерную консистенцию (без расслоения) на продолжительное время, благодаря чему при отливке стенки изделия будут равномерными и более прочными, а износ форм минимальным. К разжижающим реагентам относится много соединений (даже органических), но наиболее известны щелочные соли слабых кислот, как, например, сода (Na_2CO_3), силикат натрия (жидкое стекло – Na_2SiO_3) и их смеси, а также другие дефлокулянты (рисунок 4,5).

Необходимое количество данных добавок определяется для каждого шликера опытным путем, но в основном оно не должно превышать 3-5% от веса сухой глинистой массы. Увеличение же количества электролитов больше указанного часто ведет не к разжижению, а, наоборот, к загустению шликера. Рабочая влажность шликера 35 – 40%. Общая усадка примерно 14%. Температура обжига $900^\circ - 950^\circ\text{C}$.

Излишняя добавка этих веществ ($\approx 1\%$) приводит к загустению шликера, а еще большая добавка (иногда свыше 1 %) – снова к разжижению, но качество шликера становится хуже, чем при малых добавках, и он расслаивается. Плотность и удельный вес шликерной массы измеряется специальным прибором – ареометром (рисунок 6).

Такие массы могут быть приготовлены не только в пластичном в жидком состоянии (шликер), но и в полусухом и сухом. Под готовой к работе массой подразумевается набухшее состояние глины консистенции, при которой она не прилипает к рукам, легко формуется, не загрязняя рук. Для предотвращения потери пластичности глиняной массы, ее необходимо хранить в полиэтиленовом мешке или плотно закрытой емкости.

Керамические изделия можно декорировать как после первого уфельного обжига (глазуриями, керамическими красками), так и в сыром виде. В сыром виде (влажное, кожетвердое, состояние черепка) декорирование основано на пластических свойствах материала, благодаря которым готовое изделие отделяется различными рельефами, контррельефами или фигурными украшениями, ажурным вдавливанием или резьбой, специальными штампами, ангобом (мраморизация, инкрустация, сграффито, пастилаж) и т.д.

Ангоб по своим свойствам занимает промежуточное место между керамикой и глазурью. Ангоб изготавливают из белой или цветной глины и наносят тонким слоем на поверхность сырцового изделия. В отличие от глазури ангоб не дает при обжиге расплава, т. е. не образует стекловидного слоя, поэтому цветная поверхность получается матовой. Ангоб при обжиге спекается больше, чем керамическая масса (у флюсных ангобов водопоглощение 0,2-0,3%), но не расплавляется как глазурь.

Ангобы представляют собой высокоглинистые суспензии, которые наносят на кожетвердую, сухую и обожженную керамику. Белый или цветной шликер используется в функциональных или декоративных целях. Содержание воды в готовых к работе ангобах колеблется от 35% до 50% в зависимости от выбранного способа покрытия. Белый ангоб обеспечивает поверхность, на которой глазурь может иметь такие же яркие цвета, как на фарфоре. Цветные ангобы идеальный вариант для раскрашивания изделий.

Ангобы непрозрачны, а это означает, что относительно тонкий слой может быть столь же эффективным, как и толстый. Обычно ангобы содержат 50 и более процентов глинистой составляющей. Глину разводят до густоты сметаны и наносят на изделие кистью, резиновой грушей или пульверизатором. Добавляя в глину окиси металлов, можно получить разноцветные ангобы. Ангобы дают матовые покрытия.

Ангобы наносят так же, как и глазурь, путем полива, окунания, распыления ли при помощи кисти. Для первой группы ангобов это изделие может быть сырым, слегка подвяленным, сухим; для второй прошедшим предварительный обжиг. После того как ангоб был нанесен, изделие может быть сразу покрыто глазурью и отправлено на обжиг. Влажность черепка при этом составляет 18-22%. После перехода глиняного черепка в «кожетвердое» состояние, ангобы можно наносить только тонким слоем во избежание осыпания их при дальнейшей сушке. Сухое изделие можно декорировать ангобом только способом напыления. Покрывать ангобом можно и терракотовые изделия, т.е. те, которые прошли первоначальный (утельный) обжиг. Это делается в тех случаях, когда изделие тонкостенное и ангобный слой может деформировать (повести) или разрушить (размочить) полностью тонкие стенки формы.

Барботин – цветной ангоб, предназначенный для покрытия не всего изделия, а только по определенному рисунку. Барботин наносится значительно гуще и для большей вязкости к нему добавляется сахарный сироп или гуммиарабик. Для замедления высыхания и улучшения кроющей способности ангоба в него добавляют глицерин.

Иногда для усиления цвета ангоба, лучшего сцепления его с черепком и кроющей глазурью, или применения вообще без глазурного покрытия к нему добавляют флюс. Обычно это бесцветная глазурь или стеклобой в количестве от 5 до 20% от общей массы ангоба, таким образом получает флюсный ангоб.

Флюсные ангобы применяют для перекрытия глазурованных и неглазурованных глиняных и шамотных изделий. Флюсный ангоб, нанесенный на изделие распылением, после обжига образует матовую шероховатую однотонную поверхность, полностью закрывающую черепок. Флюсными ангобами декорируют керамику. К флюсным ангобам можно отнести и так называемые керамические лаки, представляющие собой коллоидные фракции глиняных частиц, образующиеся при длительном отстаивании некоторых глин. Керамические лаки на изделия образуют тонкое глянцевое покрытие, не пропускающее воду. Эта техника широко использовалась в древней Греции (краснофигурная и чернофигурная керамика).

Ангоб на поверхности изделия расположен между черепком и глазурью, поэтому необходимо особое внимание уделять как сцеплению ангоба с черепком, так и сцеплению ангоба с глазурью.

Керамические пигменты добавляются в белый ангоб в количестве до 30 % от общей массы. Необходимо тщательно перемешать ангоб с пигментом. Керамические пигменты в порошке имеют яркие тона, истинный цвет ангоба проявляется только после политого обжига, т.е. после покрытия изделия бесцветной (прозрачной) глазурью.

Цветные ангобы. Для получения более яркой палитры к белому ангобу добавляют оксиды марганца, меди, кобальта, никеля хрома и сурьмы в количествах от 2 до 8% в зависимости от требуемого тона и красящих способностей оксида. Ангобы, окрашенные оксидами металлов, только после политого обжига изделий проявляют свой истинный цвет (рисунок 7).

Окрашивание ангобов оксидами металлов в настоящее время почти не практикуется на предприятиях керамической промышленности ввиду сложности их приготовления (длительный помол) и относительного дефицита чистых оксидов металлов. Сейчас для приготовления цветных ангобов используют керамические пигменты и краски, которых все больше изготавливают красочные заводы, а также соли красящих металлов.

КЕРАМИЧЕСКИЕ ПИГМЕНТЫ

Пигменты (красители). Керамический пигмент – твердое неорганическое соединение с белыми, черными или окрашенными частицами, которые нерастворимы в матрице и не взаимодействуют с ней химически или физически. Поэтому одной из важнейших характеристик пигмента является его термическая стабильность при высоких температурах и его химическая стабильность по отношению к фазам, в том числе жидким, образующимся в результате обжига глазури или керамической массы как результат процессов спекания и плавления.

Классификацию пигментов можно провести разными способами: по исходным материалам, по цвету, по химической структуре, по способу изготовления или назначению.

Различают натуральные (природные) красители и синтетические (искусственные). Природные красители образуются при измельчении цветных руд и глин. Синтетические получают путем прокаливания и сплавления оксидов, гидроксидов или солей.

По окраске пигменты разделяются на две основные группы: ахроматические и хроматические. По цвету керамические пигменты нередко делят на красные, синие, зеленые и желтые. Красные пигменты подразделяются на группы: железные; хромовые, хромово-оловянные, хромово-глиноземные, марганцево-глиноземные; селено-кадмиевые; золотосодержащие пурпурные и розовые. Оттенки такой окраски зависят от температуры и продолжительности термической обработки, а также от газовой среды (рисунок 8).

При химической классификации пигменты разделяются на группы по основным красящим элементам (Fe, Cr, Co, Mn, Cu и т. д.), поскольку подавляющее их большинство содержит оксиды переходных и соседствующих с ними элементов.

Бескислородные. Сульфоселенид кадмия, $Cd(SxSe_{1-x})$ – очень важный пигмент, поскольку он единственный, который позволяет получить истинно красные и оранжевые цвета в глазурях (в зависимости от количества селена). Старый способ получения пигмента – осаждение сульфоселенида кадмия на огнеупорной матрице с тем, чтобы стабилизировать его. Другой метод – сплавление смеси пигмента с фриттой в специальных условиях. Оба метода обеспечивают хорошую стабильность до температур порядка 1100°C.

Металлические коллоиды. Самым важным цветом является розовый, который дает коллоидное металлическое золото, другие коллоиды дают не такие интересные цвета (в стеклах, но не в глазурях, часто используют селен). Этот материал синтезируют добавлением хлорида олова (II) к кислому раствору хлорного золота, в результате осаждаются частицы металлического золота. Цвет изменяется от розового до фиолетового в зави-

симости от соотношения олово/золото (Кассиев пурпур). Для получения стабильного при высоких температурах коллоида осаждение пурпура проводят в суспензии каолина или глины; это помогает избежать коагуляции, так как частицы металла разделяются частицами глины. Добавление хлорида серебра изменяет цвет в направлении красного, добавление оксида кобальта – в направлении фиолетового. К сожалению, применение материалов ограничивается их стоимостью.

Оксиды металлов. Преимущественно используют синтезированные оксиды, совместно с некоторыми природными, такими как оксид железа и оксид марганца. Как правило, оксиды растворяются в стеклообразной матрице и проявляют свои красящие свойства в виде ионов. По этой причине оксиды дают насыщенные прозрачные глазури.

Таблица 1

Пигменты – оксиды металлов	
Fe ₂ O ₃	Желтый – розовый (координация VI) Стабилен при низких температурах
	Красный – коричневый (координация IV)
Cr ₂ O ₃	Зеленый ZnO должен отсутствовать во избежание образования коричневой шпинели (Zn ₂ Cr ₂ O ₄)
CuO	Голубой (координация VI)
	зеленый (координация VI) Цвет сильно зависит от электроотрицательности матрицы
Co ₃ O ₄ - CoO	Синий (координация IV) Примерно при 900°C Co ₃ O ₄ разлагается на CoO и O ₂ . С увеличением температуры в борных или фосфатных стеклах координация меняется на VI и появляются фиолетовые оттенки
MnO ₂ - Mn ₂ O ₃	Коричневый
NiO - Ni ₂ O ₃	Желтый – фиолетовый Цвет изменяется в зависимости от поляризуемости щелочных оксидов

Есть множество недостатков применения этих оксидов:

MnO₂ и Co₃O₄ разлагаются во время обжига с выделением газообразного кислорода, что приводит к дефектам поверхности глазури в виде пузырей и проколов.

Оксиды заметно чувствительны к условиям обжига. Многие оксиды могут существовать в разной координации и степени окисления в зависимости от окружения, окислительно-восстановительного баланса и температуры, что меняет цвет покрытия.

Высокая чувствительность к химическому составу глазури. Например, медь обычно выходит зеленой, но в глазурях с высоким содержанием щелочных и щелочноземельных оксидов она получится синей. Наличие фосфора в стекло-матрице приведет к фиолетовому кобальту.

Сложные неорганические пигменты. Эти материалы получают твердофазовыми реакциями при высокой температуре, используя оксиды металлов или их соли, обычно в присутствии минерализаторов, таких как галогениды щелочных металлов, бораты, карбонаты и т.д. Таким образом, эти вещества можно рассматривать как искусственные минералы, образующиеся при реакциях в области температур 800° - 1400°С. Пигменты остаются в глазури во время обжига без изменений, даже если они сильно измельчены, и они имеют широкую палитру цвета.

Пигменты окрашивают материал своим непосредственным в нем присутствием. Чаще всего красители приходится добавлять в глазури, но пигментируют и керамические массы, и ангобы. Красящие порошки используются при самостоятельном изготовлении подглазурных красок. Если есть навык работы с флюсами для высоких температур, то можно получить и надглазурную краску.

Природные пигменты. Хромиты: природные минералы, отвечающие формуле Cr_2FeO_4 , содержащие также алюминий и магний. Образуют серый цвет.

Grésdi Thiviers: Природный красный минерал, добываемый на юго-западе Франции. Состоит из кварца и оксида железа (примерно 10%), окрашивает массы в розовый цвет. В последнее время налажен выпуск синтетической версии этого пигмента.

ГЛАЗУРИ, ЭМАЛИ

Глазурь (нем. Glasur, от Glas — стекло) для керамики представляет собой порошок или суспензию, после обжига приобретает стекловидное покрытие. Ее тонким слоем (0,1-0,3 мм) наносят на поверхность глиняного изделия после утельного обжига и путем политого обжига закрепляют на поверхности. Глазури можно поливать изделия, наносить кистью, распылять состав на поверхность, либо окунать в емкость предмет перед обжигом. Глазурь не теряет своих свойств после замерзания и оттаивания. Единственное, что нужно для ее восстановления – это тщательно перемешать. Глазурь предохраняет керамические изделия от загрязнения, действия кислот и щелочей, делает их водонепроницаемыми и придаёт изделиям декоративные свойства, соответствующие архитектурно-художественным требованиям.

Глазурь – это тонкое стеклообразное покрытие, нанесенное на поверхность керамического изделия, образующееся в результате обжига в печи. Следует отметить, что наружный слой глазури сохраняет строение и свойства стекла, однако в плоскостях контакта с терракотовым черепком глазурное стекло видоизменяется вросшими кристаллами (частично впитывается в черепок). Поскольку в глазурь входят легкоплавкие силикатные соединения, она представляет собой беспорядочную аморфную структуру. Этим обусловлены ее основные свойства. При нагревании глазурь постепенно размягчается, переходя в текучее, а затем жидкое состояние при определенной температуре, которая называется температурой плавления или растёка глазури, затем при охлаждении переходит в твердое состояние. Весь процесс происходит спокойно, без скачков, характерных для кристаллических тел, при условии равномерного набора или понижения температуры в печи.

Свойства глазурей принято характеризовать в расплавленном и твердом состоянии. В расплавленном состоянии глазури характеризуются температурой начала разлива, вязкостью и поверхностным натяжением. Температура начала разлива определяется появлением первых капель расплава глазури на поверхности изделий. Температура разлива – это интервал температур, в котором глазурь равномерно распределяется в расплавленном состоянии на изделии, не всасывается его порами и после охлаждения образует ровный и зеркальный слой. Эти показатели глазури зависят от ее состава, фракцию помола исходных компонентов и длительности нагрева.

Глазури имеют несколько основных параметров, в зависимости от которых их можно разделить на виды:

– по просвечиваемости: прозрачные, полупрозрачные, и глухие (эмали), нужно понимать, что ни одна глухая глазурь не заглушает цвет черепка полностью, поэтому на разных глинах одни и те же глазури выглядят по-разному;

– по окраске глазури бывают: бесцветные и окрашенные (цветные), которые используют в производстве всех тонкокерамических изделий, при добавлении красителя в глазурь насыщенность цвета зависит от состава чем прозрачнее была глазурь, тем она светлее;

– по температуре обжига: низкотемпературные и высокотемпературные или легкоплавкие (борносвинцовая или многосвинцовая), которые наносятся при температуре 600-1280°C и тугоплавкие (полевошпатовая) – наносятся при 1000-1420°C;

– по внешнему виду, фактуре и блеску: глянцевые, матовые, промежуточные (сатиново-матовые), кристаллические, кракле, цветные, потечные, восстановительные;

– по химическому составу базы: полевошпатовые, борные, борно-щелочные, борно-свинцовые, борно-свинцово-щелочные, боросиликатные, солевые, стронциевые, свинцово-содержащие, циркониевые;

– по способу изготовления: фритованные, сырые, полуфритованные (фритованные глазури более стабильны в обжиге по своим свойствам);

– по декоративной структуре и виду покрытия: простые и эффектарные;

– по потёчности: потёчные, непотёчные, умеренно потёчные;

– по применению: фарфоровые, фаянсовые, майоликовые, гончарные; утилитарные, пищевые (для посуды) и декоративные, не пищевые.

Для посуды подходят глазури с однородным цветом, без эффектов, ярких включений, без металлизированного блеска, не сборчатые, как правило, глянцевые, без кракле, максимально плотные и твёрдые. Самый идеальный с точки зрения экологичности, гигиеничности и безопасности вариант – это керамика, покрытая прозрачной глазурью, без надглазурной росписи.

Простые глазури – это глазури, при правильном нанесении и обжиге, дающие однородное по фактуре и цвету покрытие.

Эффектарные глазури – глазури с неоднородностями окраски, эффектами типа лавового, сборкой, яркими включениями, кракле и т.д.

Потёчные глазури. Потёчность – свойство глазури стекать по вертикальным поверхностям черепка при обжиге. Чем выше температура обжига, тем сильнее течёт глазурь, так некоторые непотёчные или умеренно потёчные глазури при повышении температуры начинают течь сильнее. Керамисту заранее необходимо знать об этом свойстве глазури, чтобы получать запланированные эффекты и контролировать процесс, не испортить печь. Изделие при стекании с него глазури и прилипанию получает плохо корректируемые дефекты или вообще становится не пригодным (рисунок 9).

Основными составляющими глазурей являются кварц, глины, полевой шпат, поташ, борная кислота, мел, сода, бура, углекислый барий. Готовят глазурь в виде водной суспензии путем смешивания и размола всех компонентов. Селитру, буру, соду и поташ вначале сплавляют – фриттуют. Температура плавления декоративных глазурей 960-1500°C.

Окрашиваются глазури керамическими пигментами (оксидами металлов). Окрашивать можно как прозрачные, так и заглашенные глазури (эмали). Современные керамические пигменты имеют достаточную степень измельчения и требуют лишь тщательного перемешивания с глазурью. Оксиды железа, кобальта, марганца, меди сравнительно легко растворяются в прозрачных глазурях в количествах до 5%, окрашивая их в различные цвета и сохраняя прозрачными.

Следует обратить особое внимание на то, что цвет глазури, особенно при окрашивании оксидами металлов, зависит от ее химического состава, температуры обжига, количества красителя, среды обжига. Например, оксид меди CuO в количестве 1-4% окрашивает свинцовую глазурь в зеленый цвет, щелочную – в синий, свинцово-щелочную – в бирюзовый цвет. В восстановительной среде обжига медные глазури окрашиваются в темно-красный цвет («бычья кровь») или в цвет металлической меди. Повышение содержания CuO в глазурях выше 5-6% приводит к образованию черной глазури, иногда с металлизированной матовой поверхностью.

Все компоненты глазурной шихты помещают в специальные мельницы, где идет помол и смешивание всех компонентов с водой (мокрый помол). После полученную глазурную суспензию фриттуют (сплавляют) для того, чтобы перевести в нерастворимое в воде состояние, поскольку глазури наносят на керамические изделия в виде водной суспензии. Фриттованием достигают и понижение температуры обжига глазурной шихты, поэтому качество фриттованной глазури выше, чем аналогичные по составу сырые глазурные шихты.

По характеру применения керамические краски делятся на надглазурные и подглазурные.

Надглазурные краски, обожженные при $720^{\circ}\text{--}850^{\circ}\text{C}$, приобретают красивый блеск и яркие тона, но их механическая и химическая устойчивость по сравнению с подглазурными красками ниже. Надглазурный декор менее прочно закрепляется на поверхности глазурного покрова и быстрее разрушается в процессе эксплуатации.

Роспись надглазурными красками бывает монохромная (одноцветная) или полихромная (многоцветная). Она выполняется на изделии после политого обжига, затем изделие проходит декоративный обжиг. Надглазурные краски обладают более богатой цветовой гаммой и яркостью цвета, так как обжигаются при более низких температурах в окислительной газовой среде в печах.

Надглазурные краски получают путем смешивания пигмента с флюсом, который как бы прикрепляет их к поверхности черепка и придает блеск. Разбавляют краски скипидарным маслом, на поверхности изделия закрепляют при температуре $600^{\circ}\text{--}900^{\circ}\text{C}$ (так называемый глазурный – политой обжиг).

Подглазурные краски. Подглазурная краска – это композиция из пигмента и флюса. Отличительные свойства подглазурных красок.

- все краски хорошо смешиваются между собой;
- цвет красок после обжига практически совпадает с первоначальным;
- покрытие из красок защищено глазурью, поэтому долговечное: не стирается, не пачкается, может использоваться на посуде.

Подглазурные краски наносят как на предварительно обожженное, так и на необожженное изделие, которое будет покрываться глазурью и затем обжигаться (незакрепленные глазурью краски легко стираются и после обжига сохраняют матовое покрытие). Для изготовления подглазурных красок используют: окиси кобальта – синий тон, хрома – зеленый и красный при высоких температурах, никеля – коричневый, марганца – коричневый, фиолетовый; металлы: золото, платину, серебро для красных, серых, черных тонов. Чтобы придать краске более интенсивный цвет, в состав пигмента вводят окиси олова, цинка, мел, глинозем. Составляют подглазурные краски экспериментально, растворяя чистые соли цветных металлов и их смесей в теплой воде; для увеличения клейкости вводят клей декстрин или сахар. Подглазурные краски растирают на стекле, добавив воду, глицерин, слабый раствор сахарного сиропа (декстрин).

Подглазурные краски, покрытые слоем глазури, прочно держатся на поверхности изделий долговечны и устойчивы. Блестящая поверхность глазури придает краскам глубину, способствует эффектному переливу цветовых оттенков.

Легкоплавкие глазури. Эта группа требует обжига при температуре порядка 1050°C и представлена огромным количеством глазурей с разнообразными, порой экзотическими фактурами. Разумеется, есть и рядовые покрытия: прозрачные, белые, однотонные, с разноцветными вкраплениями.

Тугоплавкие глазури. Глазурь для керамики бывает прозрачной и непрозрачной. Непрозрачную получают путем смешивания прозрачной с нерастворимыми или полурстворимыми соединениями либо за счет образования газовых, кристаллических, тонкодисперсных фаз в самом составе. Также глазури для керамики делятся на цветные и бесцветные, матовые и блестящие.

Каменные глазури. Название отражает основное назначение – покрытие изделий из каменных масс. К таким относятся любые массы с высокой температурой обжига – 1200-1280°C. Для большинства глазурей этой серии название действительно отражает интуитивно ожидаемое свойство: получаемая поверхность необычайно твердая и шелковисто-матовая, как камень.

Свинцовые. Все свинцовые глазури характеризуются высоким блеском и прозрачностью, сильной потёчностью при 1050°C, наличием цека практически на всех массах. Температура обжига 900°-1200°C, выше обжигать не рекомендуется, поскольку начинается испарение оксида свинца из

глазури. Свинцовые глазури не следует использовать на поверхностях, соприкасающихся с пищей, на утилитарных изделиях.

Кристаллические глазури. Кристаллические глазури – это глазури с мелкими и крупными кристаллами на блестящей поверхности, причем кристаллы растут в процессе обжига. Кристаллы, а точнее кристаллические друзы, могут быть очень крупными – 1-3 см в диаметре. При этом они очень тонкие, так что их можно сравнить с маслянистой пленкой на поверхности воды.

Кристаллические глазури являются одной из уникальных декоративных глазурей. Когда глазурь расплавляется, а затем медленно остывает, кристаллические материалы в матрице обжигаемой глазури находятся в сверхнасыщенном состоянии, а затем образуют кристаллы красивых узоров, некоторые из них как цветки. Кристаллическая глазурь может достичь фантастического художественного результата.

Кристаллизация глазури может быть двух видов: крупнокристаллическая и мелкокристаллическая. Крупнокристаллическая глазурь имеет группы кристаллов, внедренные в нее или находящиеся на ее поверхности в виде сферолитов. Это высокотемпературные глазури. Мелкокристаллические (авантюриновые) глазури содержат кристаллы, равномерно распределенные в массе, отражающие и поглощающие световые лучи.

Чтобы сформировать кристаллы в глазури, необходимо запланировать диапазон температур, подходящий для роста. Держа температуру в этом диапазоне определенное время, можно получить кристаллы больших форм. Фактически формы кристаллов можно контролировать температурой. Например, кристаллы обычно образуются в виде иглообразных форм, когда температура удерживается примерно на 1140°C. Форма с двойной осью головы обычно образуется, когда температура удерживается примерно на 1100°C. Это будет способствовать закруглению формы при удерживать температуру между 1090-1010°C. Можно получить цветочный эффект, когда кристаллы полностью закруглены.

Размер кристаллов зависит от времени, контроля окисления и толщины глазурного слоя, которая должна составлять от 1 до 1,5 мм. Кристаллические глазури широко используются в декоре керамики (рисунок 10).

Мерцающие глазури авантюрины и металлики. Покрытия, которые получаются при использовании этой глазурной группы, трудно описать и не менее трудно передать на фотографии: они содержат «слюдяные» блестки, мерцающие на цветном матовом фоне.

Состав глазурей промежуточный между составом не расплавляющегося ангоба и стекловидной глазури. Мерцающие глазури дают сплошные покрытия, их с успехом можно применять как акцент или как основной фон работы (рисунок 11).

Глазури «восстановительного огня». Глазуриями восстановительного огня называют глазури, образующие в процессе восстановительного обжига

красивые металлические отблески вследствие восстановления до металла окислов, входящих в состав этих глазурей (обжиг проводится в дровяной печи – в горне, или можно сделать прерванный обжиг – раку). Наибольший эффект после восстановления дают глазури с добавлением соединений меди, серебра, никеля, кобальта и др. Они восстанавливаются до натурального цвета этих металлов. Декоративный эффект напоминает игру красок в пленке нефти или керосина на поверхности воды (рисунок 12).

Прежде чем начать ее восстановление, глазурь нужно обжечь в обычных условиях, а затем снизить температуру в печи, чтобы глазурь приобрела достаточную вязкость. Очень важно точно установить момент, позволяющий перейти к восстановлению. Если глазурь слишком остыла, получается газонепроницаемая поверхность, при которой восстановители не могут воздействовать на входящие в состав глазури металлические соединения; если глазурь еще жидка (маловязка), то восстанавливающиеся металлы растворяются в жидкой глазури, тонут в ней, не удерживаясь на поверхности глазурного слоя. Избыток восстановителя в этот период обжига может привести к общему почернению поверхности глазури и образованию пузырей.

Глазури кракле. Преднамеренно получаемый равномерный цек (сетка трещин глазури), вследствие слишком большого коэффициента термического расширения глазури по сравнению с коэффициентом расширения черепка и, таким образом, из-за возникновения больших напряжений может создать красивую сетку трещин на поверхности глазури; этот эффект носит название кракле. Сетка трещин может иметь разнообразный характер и зависеть от технологии способа выполнения.

Для выявления и подчеркивания сетки в нее после обжига втирают красящие окислы, надглазурные краски, растворы красящих солей, сахара, крепкого чая и др., а после удаления их избытка снова слегка или сильно обжигают (сахар, чай – до обугливания). Однако не всегда сетка трещин получается равномерной и красиво замыкающейся, способной служить целям декорирования.

Первый способ краклирования заключается в том, что по возможности низко обожженную глазурь, давшую крупный цек, плотно перекрывают другой, окрашенной глазурью, не дающей цека. (Лучше всего наносить вторую глазурь на слегка подогретое изделие).

Второй способ состоит в том, что на подготовленное для глазурного обжига изделие, покрытое не дающей цека глазурью, наносят окрашенную глазурь с добавкой большого количества декстрина. При повторном обжиге, по возможности низком, получают особый эффект кракле, напоминающий крокодиловый панцирь.

Третий способ: на легкоплавкую глазурь наносят вторым слоем тугоплавкую глазурь и отправляют изделие в обжиг. Получается эффект кракле напоминающий наклеенную кусочками яичную скорлупу (рисунок 13).

Декалькомания. Декалькомания изготавливается из специальных термостойких керамических красок; применяется для художественного оформления керамических изделий путем перевода картин (деколи) с гуммированной бумаги с последующим закреплением этого изображения обжигом в слабоокислительной среде (рисунок 14).

Аэрография – напыление суспензии керамических красок на изделие при помощи аэрографа (пульверизатора). В аэрографии используют одноцветные и многоцветные рисунки, однотонный и тоновой (восходящий и нисходящий) фон или сплошное покрытие изделий (рисунок 15).

Шелкография (декорирование через сетку). С помощью шелкографии можно наносить как одноцветные, так и многоцветные рисунки любой сложности. Декорирование способом шелкографии осуществляется в два этапа: изготовление трафарета на шелковой, капроновой или латунной сетке (3200-3600 отв./см²) путем проклеивания специальными лаками (или фотохимическим способом) и последующее нанесение краски через сетчатый трафарет на изделие.

Учитывая густоту сетки и необходимость получения четкого контура рисунка, краску перед нанесением на глазурованную поверхность тщательно растирают, добавляя в качестве связующего скипидарное масло (10–12%) и канифольно-скипидарную мастику (15–23%). Декорируют изделия вручную или используют полуавтоматы различных типов (рисунок 16). При многоцветной печати обычными керамическими красками каждый цвет наносят через свой трафарет на отдельной рабочей позиции или на отдельных полуавтоматах, установленных последовательно, при условии промежуточного подсушивания каждого цветового оттиска (рисунок 16).

Люстры. Слово «люстр» пришло к нам из французского, где «lustre» означает «глянец, блеск», а это слово в свою очередь произошло от латинского *lustrum* («освещаю»).

Предположительно, люстр был изобретен в Иране, однако есть данные, что его родиной могли быть и Египет, и Сирия. Возникновение люстры относят к VIII–IX веку н.э. Вместе с распространением ислама люстровая керамика стала известна в Мавританской Испании, где достигла расцвета в XV в., а уже в XVI веке её начали производить в Италии. Позже люстровые изделия вышли из моды, а секрет их изготовления был утерян. Только в XIX веке его смогли восстановить в Италии и Англии. Открытие люстр Уильямом де Морганом, знаменитым художником-керамистом, было воспринято как высочайшее достижение английской керамики.

Люстры – это тончайшие прозрачные надглазурные пленки, переливающиеся различными цветами в зависимости от вида используемых оксидов металлов. Краски люстровые (люстры) представляют собой растворы органических соединений металлов и смол в органических растворителях и разбавитель для не золотосодержащих люстровых красок, представляющий собой смесь органических растворителей и эфирных масел.

Люстры составляют особую группу красителей, придающих поверхности изделий красивый металлический или перламутровый блеск, переливающийся радужными цветами вследствие интерференции падающих и отраженных световых лучей. Отлив бывает различным в зависимости от применяемых оксидов металлов. Вследствие этого металлические люстры очень близки гляncу металла. В процессе обжига органические соединения сгорают, а на поверхности изделия остаётся тончайшее блестящее металлическое (или металло-оксидное) покрытие. В зависимости от используемого металла, люстры могут быть бесцветные (висмутовые, глиноземные, свинцовые и цинковые), окрашенные – цветные (урановые, железные, хромовые, кобальтовые, никелевые, медные, кадмиевые), смешанные (полученные смешением бесцветных с окрашенными) и металлические (составленные с серебром, золотом и платиной). Люстр на основе драгоценных металлов (золота, серебра, платины) оставляет на поверхности изделия тончайшую пленку, состоящую из этих металлов в чистом виде.

Чтобы пленка не стиралась, она должна плотно сцепиться с подлежащей глазурью, но не утонуть в ней. Закрепление люстровых красок проводят при температуре начала размягчения глазури: 780°–810°С в случае высокотемпературных фарфоровых глазурей, 750°–780°С в случае «мягких» майоликовых и фаянсовых глазурей.

Хранить люстровые краски необходимо в герметично закрытых ёмкостях в сухих помещениях при температурном диапазоне 18-25°С (допускается образование осадка), перед употреблением взбалтывать не рекомендуется.

Люстр наносится кистью тонким слоем поверх уже обожжённой глазури. Декорируемая поверхность должна быть обезжиренная, чистая и сухая (пыль, грязь, отпечатки пальцев могут повредить поверхность изображения при обжиге); недопустимо наличие конденсата; температура изделий должна соответствовать температуре рабочего помещения.

Люстр значительно увеличивает декоративность керамики за счёт богатой гаммы своих оттенков (золотистые, серебристые, перламутровые, оливковые, фиолетовые, медные, розовые, красные, коричневые и т.д. тона). Довольно часто люстровый обжиг бывает совмещен с обжигом надглазурных красок.

Препарат «жидкого» золота (глянцгольд). Представляет собой раствор органического соединения золота (харца) со скипидаром, нитробензолом и хлороформом с содержанием металлического золота в препарате обычно колеблется от 10...12 до 15%, 0,02-0,03% Rh; 0,35-0,08% Cr_2O_3 и 0,5-4% VlO_3 . После обжига изделий с нанесенным на них препарата «жидкого» золота образуется зеркально-блестящая золотая пленка. Оттенки пленки зависят от концентрации препарата и от добавок незначительного количества других металлов (родия, серебра, хрома). Разбавление препарата золота приводит к изменению его свойства после обжига и браку изделий. Препараты жидкого золота применяются для различных видов художественного оформления изделий – отводки, пестрения, живописных ра-

бот, штампа и др. Препараты жидкого золота должны не растекаться при нанесении на изделия кистью или пером и высыхать на изделиях через 12-15 минут при комнатной температуре.

Порошкообразное золото. Порошкообразное золото выпускают с содержанием 62, 63 и 72% металла. Перед применением порошок высыпают на матовое стекло и также, как краски, растирают (не металлическим шпателем) на скипидаре, добавляя масло или глицерин. После обжига становится матовым (коричневым), для придания блеска его полируют агатовым карандашом. Применяется для золочения керамики в смеси с соединениями висмута, а иногда ртути (рисунок 17).

Серебро. Порошковое серебро с содержанием 50% металлического серебра применяют для живописных работ (водный раствор AgNO_3). Серебрение – покрытие поверхности утельного изделия препаратами драгоценных металлов (серебра в данном случае).

Жидкое 20% серебро приготавливают тем же способом, что и жидкое золото (AgNO_3 + сернистый бальзам + люстры). Это серебро очень неустойчиво к перепадам обжига, поэтому в него добавляют 65%-ое порошковое серебро. Препарат обжигают в муфельной печи при температуре 835 - 850°C.

Микроорганизмы в глазурях и глиняных массах. Микробные микроорганизмы могут ослабить или нейтрализовать функцию органических связующих веществ в суспензии, и это сильно влияет на реологию и эксплуатационные свойства глазурей.

С глазурями, используемыми в промышленности, такая проблема возникает редко, потому что при их смешивании добавляются противомикробные и противогрибковые добавки – биоциды.

Со временем плесень может вырасти и на глине (хранящейся в полиэтиленовых пакетах). Количество и тип микроскопических грибов зависят от температуры и доступного света, времени, типа глины и глазури (рисунок 18, 19).

Специально для глазурей и глин на рынке нет биоцидов, их подбирают из добавок, предназначенных для косметики, строительной и сельскохозяйственной продукции. Но найти один подходящий, сложно. Компании, использующие биоциды, обычно отправляют образец загрязненной глазури для анализа в соответствующие службы и определяют какое вещество подходит.

Однако, использование рекомендованного препарата должно быть одобрено в стране; получение разрешения может оказаться непростой задачей, с которой по силам справиться только крупным транснациональным компаниям.

Проблем с заражением материалов можно избежать, если: не хранить глазури и массы в слишком тёплых местах; избегать яркого света; в качестве страховки добавить в глазурь несколько капель отбеливателя. Добавление отбеливателя может удалить запах, а может и не удалить, но не исправит нанесённый ущерб. Обращаться с загрязненной глазурью/глиной не опасно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Керамика – один из самых древних материалов, используемых человечеством на протяжении многих веков. Само слово «керамика» имеет греческое происхождение от слова «керамос», что означает «обожженная глина». Ее уникальные свойства и декоративность сделали ее популярным выбором для различных целей, включая изготовление посуды и предметов искусства.

Керамика – это уникальный класс материалов с широкими возможностями применения. Она обладает уникальными свойствами, такими как высокая теплоизоляция, электроизоляция и химическая устойчивость.

Материаловедение керамики – это наука, изучающая структуру, свойства и физико-химические процессы, происходящие в керамических материалах, а также на основе этих знаний разрабатываются составы новых материалов. Компоненты керамических материалов, такие как глины, оксиды металлов, силикаты, обладают специфическими свойствами, которые определяют их применение. Разделение керамики на различные классы производится на основе ее состава и методов производства.

Керамика – это удивительный исторический и современный материал, который нашел применение в самых разных областях нашей жизни. В современном мире керамику невозможно представить без строительства, электроники, металлургии и медицины. Она продолжает развиваться и находить все новые области применения, сохраняя свою уникальность и неповторимость. Одной из основных характеристик керамики является ее высокая термическая стойкость. Керамические изделия способны выдерживать высокие температуры без потери своих формовочных свойств, что делает их незаменимым материалом в металлургии и энергетике. Керамика также обладает высокой стойкостью к химическому воздействию, что позволяет использовать ее в химической промышленности и медицине.

Художественные керамические изделия завораживают взор многообразием цветовой гаммы глазурей, используемых для художественной росписи. Интерьерная керамика является одним из самых привлекательных элементов декора, который способен наполнить теплотой и уютом любой дом или квартиру. Следует напомнить, что изготовление керамических изделий – это очень древнее искусство, с помощью которого когда-то создавались шедевры, которые и сегодня способны вызвать трепет в душе каждого. Художественная керамика представляет собой «живой», активный материал, взаимодействующий с окружающей средой, она по-прежнему остаётся востребованной и продолжает многовековое звучание по-новому.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Классификация, состав и свойства керамики.
2. Определение термина «глина». Классификация глин по химическому и минеральному составам.
3. Основное сырье для производства керамики.
4. Физические свойства глин.
5. Органические и неорганические связующие.
6. Керамические массы и их составы.
7. Керамические пигменты.
8. Ангоб. Виды и составы ангобов.
9. Глазури и эмали. Виды глазурей.
10. Грубая и тонкая керамика.
11. Надглазурные краски. Их декоративные свойства.
12. Подглазурные краски. Их декоративные свойства.
13. Гипс и его свойства. Применения в художественной керамике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акунова, Л.Ф., Приблуда, С.З. Материаловедение и технология производства художественных керамических изделий. / Акунова Л.Ф., Приблуда С.З. – Москва: Феникс. 1979. – 210 с.
2. Белявский, В.И., Коваленко, В.И. Художественная керамика/ В.И Белявский, В.И Коваленко. – УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2003. – 39 с.
3. Буббико Дж. Керамика: Техники. Материалы. Изделия:пер. с итал./ Дж. Буббико, Х. Крус.-Москва: Никола-Пресс, 2009.-128 с.
4. Бурдейный, М.А. Искусство керамики/ М.А. Бурдейный.- Москва: Профиздат, 2005. – 103 с.
5. Горохова, Е.В. Композиция в керамике: пособие / Е.В. Горохова. – Вышэйшая школа, 2009. – 96с.
6. Емельянов, А.Н., Рязанов, В.А. Вторичное сырье для приготовления изделий строительной керамики //Стекло и керамика. – 1982. – № 1. - С. 26–27.
7. Захаров, А.И. Основы технологии керамики / Захаров А.И., Минск, 2002. – 186с.
8. Константинова, С.С. История декоративно – прикладного искусства: конспект лекций / С.С. Константинова. - Ростов – на – Дону: Феникс, 2004. - 309с.
9. Логвиненко, Г.М. Декоративная композиция: учебное Пособие / Г.М. Логвиненко. – Москва:Гуманитар. - ВЛАДОС, 2012. - 144с.
10. Лукич, Г.Е. Конструирование художественных изделий из керамики (теоретические основы формообразования): Учебник/ Г.Е. Лукич. – Москва: Высш. Школа, 1979. - 182 с.
11. Миклашевский, А. И. Технология Художественной керамики / А.И. Миклашевский. – Ленинград 1971. - 301с.
12. Орлов, Е.И. Глазури, эмали, керамические краски и массы. Ч 2. / Е.И. Орлов. – Москва, 1938. - 106 с.
13. Поверин, А.И. Гончарное дело: Энциклопедия. - Москва: АСТ-ПРЕСС КНИГА. – 2000.- 168с.
14. Поверин, А.И. Чернолощенная керамика. Культура и традиции/ А.И. Поверин. – Москва, 2003
15. Савиных, В.П. Умельцу о поделочных материалах / В.П. Савиных. – Минск: Полымя 1997. - 320с.
16. Салтыков, А.Б. Русская народная керамика. Культура и традиции / А.Б. Салтыков. – Советский художник, 1960. – 167с.
17. Чаварра, Х. Техника работы на гончарном круге/ Х. Чаварра.- Москва:АСТ: Астрель, 2003.-64 с.
18. Чаварра, Х. Ручная лепка/ Х. Чаварра. – Москва: АСТ: Астрель, 2006. – 63 с.

19. Пищ, И.В., Масленникова, Г.Н. Керамические пигменты / И.В. Пищ, Г.Н. Масленникова – Минск: Вышэйш. шк., 1987. – 131 с.
20. Мороз, И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий / И.И. Мороз – Москва: Стройиздат, 1984. – 334с.
21. Крючков, Ю.Н., Неклюдова, Т.Л. Дефекты глазурных покрытий художественной керамики / Ю.Н. Крючков, Т.Л. Неклюдова – Гжель: ГГУ, ООО «НПЦК», 2018. – 78с.
22. Пыжова, А. П., Коробкина, В. В., Косова, В. С. Дефекты тонко-керамических изделий. Причины возникновения и способы устранения / А. П. Пыжова, В. В. Коробкина, В. С. Косова – Москва: Легпромбытиздат, 1983. – 176 с.
23. Электронный ресурс: Пигменты для глазурей и масс в плиточной промышленности. Dr. NiloTozzi. Режим доступа: <https://portalkeramiki.ru/index.php/experience/stash/208-pigmenty-osnovnyeropyatiya> Дата доступа: 20.03.2023
24. Электронный ресурс: Харашвили Е.Ш. Тенденции развития керамических пигментов (обзор) Грузинский политехнический институт им. В.И. Ленина. Режим доступа: <https://masters.donntu.ru/2007/feht/omelchenko/library/statya10.htm> Дата доступа: 20.03.2023
25. Электронный ресурс: Bluwhaletile the pool beauty. Режим доступа: <https://www.bluwhaletile.com/ru/what-are-crystalline-glazes.html.html> Дата доступа: 21.02.2023
26. Электронный ресурс: Керамика, керамическая посуда, гончарный круг. Режим доступа: http://ceramicsmurman.blogspot.com/2013/03/blog-post_4019.html Дата доступа: 10.02.2023
27. Электронный ресурс: Пигменты для керамики, их характеристики и применение. Галерея художника керамиста. Режим доступа: <https://kovaleva.gallery/pigmenty-dlya-keramiki> Дата доступа: 02.03.2023
28. Электронный ресурс: Все, что нужно знать о печах для обжига. Строй - подсказка. Режим доступа: <https://stroy-podskazka.ru/remont/instrumenty/vse-chno-nuzhno-znat-o-pechah-dlya-obzhiga/> Дата доступа: 02.04.2023
29. Электронный ресурс: Устройство и принцип работы туннельной печи. Режим доступа: <https://pechnoy.guru/pechi/promyshlennye/tunnelnaya-pech.html> Дата доступа: 02.03.2023
30. Электронный ресурс: Печь для обжига керамики (металлокерамики) - виды: вакуумная, муфельная, вращающаяся, электрическая, шахтная, туннельная, барабанная. Режим доступа: <https://valueofficial.ru/blog/pech-dlya-obzhiga-keramiki-metallokeramiki-vidy-vakuumnaya-mufelnaya-vrashhayushhayasya-elektricheskaya-shakhtnaya-tunnelnaya-barabannaya/> Дата доступа: 05.04.2023

31. Электронный ресурс: Интернет-магазин гончаров и керамистов Беларуси. – Режим доступа: <https://ceramik.by/kontakty/>. – Дата доступа: 02.03.2023

32. Электронный ресурс: Библиотека онлайн. Учебники - Производство керамики. Технология фарфоро-фаянсовых изделий (Мороз И.И.) - 1984 год. – Режим доступа: https://www.sinref.ru/000_uchebniki/04400proizvodstvo/000_tehnologia_farforo_faiansovih_izdeli_moroz_1984/050.htm. – Дата доступа: 12.05.2023

33. Электронный ресурс: Сделать что-нибудь. – Режим доступа: <https://ru.wikihow.com/глазуровать-гончарные-изделия>. – Дата доступа: 17.04.2023

34. Электронный ресурс: Студопедия. Керамические покрытия. Глазури и ангобы. Виды, свойства, назначение. – Режим доступа: https://studopedia.ru/23_46116_zanyatie--keramicheskie-pokritiya-glazuri-i-angobi-vidi-svoystva-naznachenie.html. – Дата доступа: 10.04.2023

35. Электронный ресурс: Оттенки глины: какими оксидами образуются белый, красный и черный цвета. – Режим доступа: <https://4fz.ru/ottenki-gliny-kakimi-oksidami-obrazuyutsya-belyu-krasnyu-i-chernyyu-tsveta>. – Дата доступа: 17.04.2023

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

АЖУР – способ декорирования посредством сквозной резьбы подвального полуфабриката.

АНГОБ – вид покрытия для декорирования керамики, отличающийся непрозрачностью и отсутствием блеска; в исходном сырье значительное количество глинистого вещества; не образует стекловидного слоя.

АЭРОГРАФИЯ – способ декорирования, заключающийся в напылении суспензии керамических красок на изделие, закрытое трафаретом. Хорошим аэрографом можно выполнять текстовые надписи и тонкие цветовые переходы.

БЕЛИЗНА – одно из важнейших свойств фарфора, фаянса, заключающееся в чистом белом цвете керамического тела, достигаемого применением беложгущихся глин, магнитной сепарацией сырьевых материалов и особым режимом обжига.

БЕЛЬЁ – обожженное глазурованное, но не расписанное изделие.

БАРБОТИН (ШЛИКЕР) – жидкая глина того же состава, что и основа керамического изделия, применяемая для соединения отдельно изготовившихся частей сложно-профилированных сосудов, а также для прикрепления к поверхности изделия наклепных декоративных деталей и ручек.

БИСКВИТ – обожженный до спекания неглазурованный фарфор.

ВЕДЖВУД – тип мягкого фарфора с большим содержанием костяной золы. Назван по названию Веджвудской мануфактуры (Англия, 18 век), выпускавший цветные ангобированные изделия с тонким рельефом.

ВЕНЧИК – верхняя профилированная часть сосуда, имеющего закрытую форму (т.е. такого, у которого верхняя часть имеет меньший диаметр, нежели тулово). Венчики присутствуют у большинства горшков и сосудов горшковидных форм. У блюд, тарелок, кувшинов, чашек, бутылей венчиков нет, а имеется только *край*.

ВАЛЮШКА – брус керамической массы, выдавленный из масса-мялки.

ВАКУУММЯЛКА, ВАКУУМ-ПРЕСС – машина для промина пластичных керамических масс при пониженном давлении среды, конструкция которой предусматривает удаление в процессе промина пузырьков воздуха, что повышает формовочные свойства массы.

ВИБРОСИТО – агрегат для интенсивного рассева сыпучих материалов или процеживания суспензий.

ВИНОГРАДОВ ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ (1720–1752) – создатель первых масс и технологии русского фарфора на императорском фарфоровом заводе в Санкт-Петербурге.

ВОЗДУШНАЯ УСАДКА – изменение размеров керамического полуфабриката в процессе сушки.

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ – свойство керамического материала впитывать и удерживать в себе воду. Определяется как вес поглощенной материалом воды, отнесенный к весу сухого материала.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ – обжиг керамических изделий в закупоренном горне без доступа кислорода извне, при котором происходит восстановление металлов из их оксидов (т.е. процесс, обратный происходящему при *окислительном обжиге*). Используется при изготовлении *чернолощеной и мореной керамики*, а также при изготовлении глазурованных изделий с *люстровым декором*.

ВСКИПАНИЕ глазури (вспучивание) – вид дефекта надглазурного декорирования, проявляющийся в виде проколов глазури или маленьких пузырей, лопающихся при охлаждении. Появляется при быстром подъеме температуры или слишком толстом слое краски.

ВЫЛЕЖИВАНИЕ – технологическая операция, заключающаяся в выдерживании керамической массы в стабильных условиях для выравнивания влажности и протекания биохимических процессов в глиняных массах.

ВЫЦВЕТ – дефект, возникающий в виде белесых налетов на поверхности готового неглазурованного керамического изделия, причина – миграция растворимых солей.

ГИПС – кристаллогидрат сульфата кальция; переработанную природную форму гипса используют для изготовления моделей и форм в керамическом производстве.

ГИПСОМОДЕЛЬНЫЙ СТАНОК – станок для вытачивания из гипсового болвана моделей тел вращения для последующего производства гипсовых литейных форм.

ГЛАЗУРЬ – стекловидное тонкое покрытие на поверхности керамического тела, образуемое в процессе политого обжига для придания изделию декоративности, увеличения прочности и т.д.; часто глазурью называют исходный глазурный шликер.

ГЛАЗУРОВАНИЕ – операция нанесения на поверхность керамического полуфабриката слоя глазурного шликера или порошка компонентов глазури.

ГЛАЗУРОВАННАЯ керамика – керамика, поверхность которой покрывалась глазурью (поливой). Иначе называется в русском языке поливной керамикой.

ГЛАЗУРЬ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА – глазурь, показывающая декоративный эффект в восстановительных условиях обжига, т.е. в среде с избытком монооксида углерода – металлические пленки, кристаллы на поверхности или в объеме глазури.

ГЛИНА – осадочная порода, содержащая в основном гидроалюмосиликаты, а также кварцевый песок, полевые шпаты, карбонаты, оксиды и т.д. При затворении водой образует пластичную массу.

ГЛИНОЗЕМ – оксид алюминия. Составляет значительную часть химического состава глинообразующих минералов.

ГЛЯНЦГОЛЬД – [нем. glanzgold] – «жидкое золото», вязкая бурая жидкость, содержащая золото; применяется для живописи по фарфору

ГОНЧАРНЫЕ ИЗДЕЛИЯ – изделия, изготовленные из местных окрашенных глинистых материалов, обычно неглазурованные, пористые. Кроме того, так называют изделия, выполненные на гончарном круге.

ГОНЧАРНЫЙ КРУГ – машина для формирования методом раскатки изделий, имеющих форму тел вращения.

ГОРН – тип печи периодического действия для обжига керамики с газовым, мазутным и др. топливом, с рабочим пространством в виде шахты.

ГРУБОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ – крупнопористые крупнозернистые материалы, в основном шамотные, применяемые для изготовления крупногабаритных изделий в строительстве, архитектуре малых форм и т.д.

ДЕКАЛЬКОМАНИЯ – способ декорирования керамики, заключающийся в переносе рисунков – деколей – на поверхность изделий.

ДЕКОЛЬ – бумага с клеевой основой и рисунком, нанесённым керамическими красками. После нанесения деколи на поверхность изделия и обильного смачивания водой клей растворяется, бумага удаляется, рисунок остаётся на поверхности изделия.

ДЕКОР – рисунок, орнамент, рельеф или иное украшение, нанесенное на поверхность керамического тела.

ДЕКОРАТИВНЫЙ ОБЖИГ – обжиг, проводимый для закрепления росписи надглазурными красками; часто называют третьим (по порядку, после

утильного и политого) или муфельным (поводят в муфелях или печах из-за чувствительности керамических красок к газовой среде) обжигом.

ЖИДКОЕ СТЕКЛО – техническое название водного раствора силиката натрия, применяемого в керамике в качестве связующего вещества и электролита.

ЖИЖЕЛЬ – склеивающая масса для соединения приставных деталей с изделием; содержит загустевший шликер, клеящие вещества (например, сульфитно-спиртовую барду – ССБ), иногда глазурь, пластичную глину и др.

ЖМОТИНА – дефект керамического полуфабриката в виде смятости.

ЗАМЫВКА – операция устранения поверхностных дефектов и швов от формы на полуфабрикате обтиранием его влажной губкой.

ЗАСОРКА – вид дефектов глазурования, представляющий бугорок на поверхности глазури или под её слоем в результате попадания на полуфабрикат частиц другого материала.

ЗАЧИСТКА – операция устранения поверхностных дефектов и швов от формы на высушенном полуфабрикате зачисткой наждачной бумагой.

ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ – распределение частиц сырья по размерам.

ИЗРАЗЕЦ – керамическая плитка для облицовки печей; часто имеет рельеф на тыльной стороне – румпу – для крепления к стене.

КАМЕННЫЕ (ТОНКОКАМЕННЫЕ) изделия – керамические плотноспекшиеся изделия однородного строения раковистого излома, светлой окраски, изготовленные из тугоплавких или огнеупорных глин и каолинов, шамота или кварцевого песка; не пропускают воду. Иногда различают тонкокаменные изделия и каменные изделия грубой керамики (в основном строительного назначения).

КРЕМНЕЗЕМ – оксид кремния. Составляет значительную часть химического состава глинообразующих минералов.

КАОЛИН – глинистый материал белого цвета с высокой огнеупорностью, состоящий в основном из минерала каолинита. Название от китайского «као-лин» (белая гора).

КАССИЕВ ПУРПУР — красная минеральная краска. Препарат золота, употребляющийся в стеклянном деле для окрашивания стекла в красный цвет и при живописи по стеклу и фарфору. Назван по имени Андреаса Кассия, врача и стеклоvara из Гамбурга, жившего в XVII веке.

КАП – гипсовая, эпоксидная или иная форма для отливки гипсовых форм.

КАФЕЛЬ – тонкий керамический изразец в виде плитки, покрытый глазурью.

КОЖЕТВЕРДОЕ состояние – состояние керамического полуфабриката, при котором ввиду его достаточной механической прочности и легкой обрабатываемости (влажность 18–24%) можно проводить скульптурное декорирование или устранять дефекты поверхности; такое состояние наступает после «подвяливания», т.е. кратковременной сушки.

КОНТУР – в декоре керамики внешняя граница того или иного изображения, маркированная краем пятна краски либо линией.

КРАКЛЕ (от фр. *craquele*) – сеть тонких трещинок на глазурованной поверхности керамики, возникающая из-за несоответствия коэффициентов расширения тела сосуда и его глазурного покрытия в процессе обжига. Другое название этого явления – *цек*. Можно использовать как декоративный эффект глазурного слоя.

КРАСНАЯ ГЛИНА – глина, в состав которой входит железо, окисление которого в процессе обжига приводит к приобретению керамикой красного цвета. В сыром состоянии такая глина может иметь самые разные цвета – от красного до черного.

КРАСНОФИГУРНЫЕ ВАЗЫ – древнегреческие керамические изделия 6 в. до н. э., покрытые легкоплавким (температура плавления 800–850°C) черным лаком. Фигуры очищались от лака до основного тела и прописывались их детали.

ЛОЩЕНИЕ – способ обработки поверхности керамического изделия в кожетвердом состоянии, который состоял в ее заглаживании инструментом с заполированной поверхностью (галькой, куском кости и др.), в результате чего эта поверхность уплотнялась и приобретала глянцевитый блеск.

ЛЕЩАДКА, ПЛИТА, ПОЛКА – подставка для обжига изделий; изготавливается из огнеупорных термостойких масс и имеет плоскую форму.

ЛИТЕЙНЫЙ ШЛИКЕР – легко текучий керамический шликер, содержащий максимально возможное количество твердой фазы (до 70%), готовый для заливки в формы.

ЛИТЬЕ ШЛИКЕРНОЕ – способ формования керамики путем заполнения формы шликером. При обычном шликерном литье используют пористые гипсовые формы, впитывающие воду из шликера, в результате чего на внутренней поверхности формы образуется плотный слой массы.

ЛЮСТР – (от фр. *lustre*– глянец, блеск) – глазурь и пигмент для росписи глазурованных керамических изделий, который в результате восстановительного обжига проявлялся в виде металлического или перламутрового отблеска.

МАЙОЛИКА – (от итал. *maiolica*) – керамические изделия из обожженной глины (независимо от ее цвета), покрытые непрозрачной глазурью. Термин происходит от названия итальянской керамики XV–XVII вв. с цветным черепком и росписью по сырой непрозрачной глазури либо люстровой росписью (производившейся в Фаэнце, Флоренции, Кафаджоло, Сиене, Урбино и др.). В Италии майоликой первоначально называлась керамика, привозившаяся с острова Мальорка, где производились закупки испано-мавританской керамики, послужившей прототипами для итальянской майолики.

МОРЕНАЯ КЕРАМИКА – неглазурованная керамика, прошедшая восстановительный обжиг, из-за чего ее поверхность приобретала черный или темно-серый цвет. В позднесредневековой Руси такая керамика называлась также «черненой» или «синеной».

МЕЛЬНИЦА ШАРОВАЯ – машина в виде футерованного изнутри металлического барабана с мелющими телами, предназначенная для помола и смешивания сырьевых компонентов.

МОКРЫЙ ПОМОЛ – помол, проводимый в воде.

МРАМОРИЗАЦИЯ – способ декорирования керамики, заключающийся в свободном растекании по поверхности декорируемого изделия цветных ангобов.

МУРАВА – древнерусское название глазури, преимущественно зеленого цвета.

МУФЕЛЬ – тип печи, рабочее пространство которой отделено от нагревателей (горелок) огнеупорной стенкой; при этом выравнивается температурное поле внутри печи, а нагреватели защищаются от агрессивной среды, возникающей в печи при обжиге.

МЯГКИЙ ФАРФОР – вид фарфора, содержащий относительно большое количество полевых шпатов и других плавней в исходном сырье. В отличие от твердого фарфора имеет невысокую температуру обжига (1200–1300°C).

НАБИВКА – способ формирования пластической массы, заключающийся в набивке гипсовой формы пластичной массой.

НАДГЛАЗУРНАЯ РОСПИСЬ – роспись, выполнявшаяся минеральными красками или цветными эмалями поверх слоя глазури после ее обжига. Надглазурная роспись требовала проведения третьего (закрепляющего такую роспись) обжига.

НАГРЕВАТЕЛЬ – тепловой элемент печи электросопротивления, создающий высокую температуру для обжига керамики. Выполняется в виде проволоки, спирали, стержня и т.д. из металлических сплавов (рабочая температура обычно до 1250°C) или керамики: карбида кремния (рабочая

температура до 1450°C), хромита лантана, дисилицида молибдена (рабочая температура до 1750°C).

НАКОЛ – дефект глазури – точечная впадинка в виде поры, образующаяся в результате выхода газов через расплав глазури из-за заниженной температуры утильного обжига.

НЕДОЖОГ КРАСКИ – дефект надглазурного декорирования – получение бледных тонов, матовости или стираемой краски.

ОБВАР – старинный способ декорирования керамики, заключающийся в пропитке неостывшего после обжига изделия раствором клейстера для повышения водонепроницаемости.

ОБЖИГ – основная технологическая стадия, заключающаяся в высокотемпературной обработке заранее отформованного и высушенного полуфабриката. Во время обжига происходит спекание керамического материала, полное или частичное расплавление глазурей, флюсов.

ОБЖИГ ДЕКОРАТИВНЫЙ – обжиг, проводимый для закрепления росписи надглазурными красками, в т.ч. люстровыми красками, препаратами благородных металлов; часто декоративный обжиг называют "третьим" (по порядку, после уфельного и политого) или "муфельным" (проводят в муфелях или электрических печах из-за чувствительности керамических красок к газовой среде) обжигом.

ОБЖИГ ПОЛИТОЙ – обжиг, второй по счету после уфельного, проводимый с нанесенной на изделие глазурью.

ОБЖИГ УТЕЛЬНЫЙ – первый обжиг, после которого изделие глазуруют. Его проведение оправдано невозможностью глазурования необожженного изделия с тонкой стенкой из-за размокания при глазуровании и увеличении числа дефектов глазури при однократном обжиге. Имеет разное значение для фарфора и фаянса.

ОГНЕУПОРНОСТЬ – свойство материала, не изменяясь (не деформируясь) выдерживать высокие температуры.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ – обжиг керамических изделий в открытом горне со свободным доступом воздуха, благодаря которому в горне происходят процессы окисления металлов (прежде всего, железа, присутствующего во всех ожелезненных (красножгущихся) глинах).

ОПРАВКА – технологическая стадия устранения поверхностных дефектов и зачистки швов от гипсовых форм и заусенцев на предварительно высушенных полуфабрикатах.

ОРНАМЕНТ (от лат. ornamentum) – разновидность декора: узор, состоящий из ритмически упорядоченных элементов. Орнамент на керамике

мог выполняться гравировкой, тиснением, отпечатками штампов, росписью (красками или ангобом).

ОТОЩАЮЩИЕ – материалы, используемые в технологии керамики в качестве сырьевых, практически не имеющие усадки и поэтому снижающие ее при сушке и обжиге.

ОТСКАКИВАНИЕ КРАСКИ (отслоение, полет) – дефект декорирования; проявляется как при надглазурном, так и при подглазурном декорировании в результате пережога или нанесения краски слишком толстым слоем.

ОТСЛАИВАНИЕ ГЛАЗУРИ (отскакивание) – дефект глазури, характеризующийся отслаиванием отдельных кусков глазури от керамического тела; образуется при несоответствии глазури материалу черепка.

ПЕЧЬ (электрическая, газовая, дровяная и т.д.) – агрегат для обжига керамики. Печь электросопротивления состоит из рабочего пространства, нагревателя, футеровки и силовой части с датчиком и регулятором температуры.

ОТМУЧИВАНИЕ – процесс осаждения частиц кварцевого песка, полевого шпата и др. из глины, распущенной в воде.

ПОДГЛАЗУРНАЯ РОСПИСЬ – роспись минеральными красками или ангобами, выполнявшаяся по поверхности керамического изделия до глазурования. Используемая в этом случае глазурь могла быть только прозрачной для того, чтобы сквозь нее можно было видеть рисунок росписи.

ПИГМЕНТ КЕРАМИЧЕСКИЙ – неорганическое соединение (оксид, шпинель и т.д.), имеющее ярко выраженную окраску и сохраняющую ее в процессе обжига под воздействием высокой температуры и расплава глазури.

ПЛАВНИ – вещества, имеющие низкую температуру плавления или образующие в процессе обжига с другими компонентами сырья легкоплавкие соединения. Плавни используются в керамической технологии для снижения температуры спекания керамического материала и увеличения количества стеклофазы.

ПЛАСТИЧНОСТЬ – свойство массы изменять свою форму под воздействием нагрузки и сохранять ее после снятия нагрузки.

ПЛЕШИНА (лысина) – вид дефекта глазури, ее отсутствие на отдельных довольно больших участках изделия. Плешины – результат отделения кусков глазурного покрытия из-за их слабой связанности с черепком, например, в результате загрязнения поверхности изделия перед глазурованием, чрезмерной усадки глазурного слоя и т.д.

ПЛИНФА – древнерусский обожженный кирпич X века.

ПОЛИВА – устаревшее название глазури.

ПОЛУСУХОЕ ПРЕССОВАНИЕ – способ формирования керамических изделий, заключающийся в прессовании керамического пресс-порошка с влажностью 4–10% в металлических формах с помощью пресса.

ПРЕСС-ПОРОШОК – порошок, состоящий из сырьевых материалов, имеющий влажность 4–8 %, определенный размер частиц преимущественно округлой формы и получаемый для изготовления керамических изделий методом полусухого прессования.

ПРИСТАВНЫЕ ДЕТАЛИ – детали изделия, формируемые отдельно и приставляемые к нему в процессе изготовления, как правило, после подвялки (носик чайника, ручка кружки и т.д.).

РАКУ СПОСОБ – способ декорирования глазурованного фарфора созданием на поверхности глазури вспучиваний, оплавленных трещин, крупных капель и т.д.

РОСПУСК – технологическая стадия получения глиняного шликера путем длительного перемешивания (измельчения) кусков глины в воде.

РЕЖИМ ОБЖИГА – совокупность параметров обжига, характеризующая его полный цикл.

РОСПИСЬ – способ декора керамики путем нанесения орнамента или разноцветных пятен при помощи минеральных красителей или ангобов.

САДКА – процесс размещения в рабочем пространстве печи обжигаемых изделий; собственно, изделия, размещенные в печи для обжига.

СБОРКА – вид дефекта глазури – стягивание ее в капельки и складки. Причиной может быть перемол глазури или ее толстый слой, плохая очистка поверхности.

СГРАФФИТО (итал. *“sgraffito”* – процарапанный) – гравированный декор, выполнявшийся по слою сырого белого ангоба резцом (тонкой палочкой), в результате чего обнажалась цветная (как правило, красная) основа глиняного сосуда. Техника сграффито в поливной посуде стала впервые применяться иранскими мастерами в XI в. (сам же принцип применялся еще мастерами архаической Эллады). Термин появился в Италии, где такая керамика стала изготавливаться с XIII в. в подражание византийской и восточной поливной посуде. Допустимо также называть эту технику *“граффито”* (итал. *graffito*).

СИТОВЫЙ АНАЛИЗ – метод определения ЗЕРНОВОГО СОСТАВА глины рассевом на стандартном наборе сит.

СЛИПЫШ – прилипание глазурованного изделия к другому изделию или огнеприпасам в результате их касания при политем обжиге.

СПЕКАЕМОСТЬ – характеристика глин, определяемая измерением водопоглощения на обожженных образцах.

СПЕКАНИЕ – физико-химический процесс образования сплошного твердого материала при высокотемпературном обжиге.

СУХОСТЬ ГЛАЗУРИ – вид дефекта глазурного покрытия – понижение блеска глазурного покрытия из-за повышенной температуры обжига (пониженной температуры разлива глазури).

СУХОСТЬ КРАСКИ – вид дефекта надглазурного декорирования – снижение блеска из-за недостаточно плотного или слишком тонкого слоя краски.

СУШКА – технологическая стадия удаления влаги из изделия в естественных условиях или в процессе нагрева.

СРЕДА ОБЖИГА – атмосфера, в которой проводят обжиг (окислительная – при избытке воздуха, восстановительная – при его недостатке и нейтральная).

СТЕКА – металлический или деревянный инструмент для работы с глиной.

СУШКА – технологическая стадия удаления влаги до 3% тепловой обработкой.

СУШЬЕ – отходы, образующиеся в результате брака изделий при их сушке.

«СЫРАЯ» ГЛАЗУРЬ – порошок глазури в виде водного раствора фритты, нанесенный на поверхность сосуда и находящийся на нем до момента проведения обжига. Может служить основой для декора (например, нанесения росписи красителями).

СЫРЕЦ – отформованный полуфабрикат до обжига.

ТВЕРДЫЙ ФАРФОР – вид фарфора, в составе сырья, для производства которого преобладают глинистые вещества. Отличается высокой температурой обжига (1320–1450°C) и высокими механическими свойствами.

ТЕРРАКОТА (от итал. terracotta – «обожженная глина») – керамические неглазурованные изделия из глины, поверхность которых имела различные оттенки красного цвета (от розового до коричневого).

ТЕРМОПАРА – приспособление для измерения температуры обжига – спай двух металлических проволок, заключенных в электроизоляцию; присоединяется к измерительному прибору.

ТЕРМОСТОЙКОСТЬ – свойство материала выдерживать без разрушения резкие перепады температур.

ТОМЛЕНИЕ – способ декорирования керамики путем восстановительного обжига; при охлаждении печи в нее помещали коптящее топливо (дрова, тряпье и т.д.), уменьшающее содержание кислорода.

УСАДКА – уменьшение размеров изделия при сушке (воздушная усадка) и обжиге (огневая усадка). В неравномерности усадки различных частей изделия основная причина брака в керамике.

ФАРФОР (из тур. *фарфур* от перс. *фегфур*) – керамические изделия из массы как правило, белого цвета, обычно просвечивающей в тонком слое, без пор. Фарфор был изобретен в Китае и получался в результате длительного высококачественного обжига тонкодисперсной смеси каолина, белой глины, молотого кварца и полевого шпата. Наряду с белым фарфором существовала также его серая разновидность, применявшаяся для изготовления селадонов. В начале XVIII в. секрет изготовления фарфора был открыт в Германии, а впоследствии фарфоровую посуду стали изготавливать во многих странах Европы, в том числе в России.

ФАСАДНАЯ КЕРАМИКА – керамические изделия, используемые в строительстве (плитка, кирпич и т.п.).

ФАЯНС (от франц. *faince*) – плотная мелкопористая керамика, обязательно покрывавшаяся непрозрачной глазурью. На Востоке фаянсы изготавливались из силикатного материала (кашина). В Европе фаянсами стали называть майолику, производство которой было начато в ряде городов Италии в XV в. и прежде всего – в городе Фаэнца, от имени которого и произошло название этой разновидности керамики. Итальянский средневековый фаянс изготавливался из светложгущейся глины. Впоследствии попытки копировать итальянскую керамику в других странах Европы привели к изобретению разнообразных масс белого или светло-желтого цвета, в состав которых входила известь (в виде мела или иных материалов). Современный фаянс изготавливается практически из тех же материалов, что и современный фарфор, но с иной рецептурной нормой (с высоким содержанием кварца – до 35%). Таким образом, современный фаянс сближается со средневековым восточным, почти целиком состоявшим из размолотого кварцевого песка.

ФИЛЬТР-ПРЕСС – машина для обезвоживания керамического шликера путем его фильтрования под давлением через фильтровочную ткань.

ФРИТТА – охлажденный в воде сплав из минеральных компонентов глазури (т.е. в основном кварцевого песка), предварительно размолотых и смешанных с другими стеклообразующими компонентами (золой растений).

ФУТЕРОВКА – теплозащита печи, изготовленная из огнеупорного материала с низкой теплопроводностью.

ЦЕК – вид дефекта глазури, образование сети волосяных трещин из-за неправильного подбора состава глазури к данной керамике.

ЧЕРНОЛОЩЕНАЯ КЕРАМИКА – керамика с черным цветом поверхности, обожженная в *восстановительном режиме*, поверхность которой еще до обжига обрабатывалась лощением в основном в декоративных целях.

ЧЕРНОФИГУРНЫЕ ВАЗЫ – древнегреческие керамические изделия VII–VI вв. до н.э., покрываемые легкоплавким (плавление при 800–850°C) черным лаком. Фон очищался от лака до основного тела.

ШАМОТ (от франц. *chamotte*) – глина, обожженная до потери пластичности и полного спекания. После дробления и измельчения шамот применяется в качестве отощающего (уменьшающего пластичность и усадку изделия при сушке и обжиге) компонента формовочной массы.

ШИХТА (от нем. *schicht*) глазурная – смесь сырьевых материалов (золы растений, перемолотого песка и т.д.) в определенной пропорции, подлежащих обработке при изготовлении *фритты*, а затем глазури.

ШЕЛКОГРАФИЯ – способ декорирования, при котором рисунок наносится на изделие продавливанием ракемел краски через сетчатый трафарет.

ШАМОТ – обожженная глина (более широко – порошок обожженного керамического материала). Применяется в качестве отощающего материала, в том числе и как основной компонент.

ЩЕЛОЧИ – кроме щелочей в обычном понимании (т.е. натрия, калия, лития), в керамике под этим термином подразумевают сумму щелочных и щелочноземельных оксидов, т.е. в том числе оксидов кальция, магния, бария и др. Щелочи необходимы для расплавления глазурей, образования жидкой фазы в черепке при приемлемых температурах. Источники щелочей – полевые шпаты, нефелин-сиенит, щелочные фритты.

ЭЛЕКТРОЛИТ – вещество, используемое для разжижения керамического шликера (жидкое стекло, сода и др.).

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И ПРИМЕРЫ РАБОТ СТУДЕНТОВ**



Рисунок 1. Гипсовый камень



Рисунок 2. Гипсовый порошок



Рисунок 3. Формовочный гипс



Рисунок 4. Сода



Рисунок 5. Силикат натрия – жидкое стекло



Рисунок 6. Ареометр



Рисунок 7. Готовые ангобы



Рисунок 8. Сухие пигменты

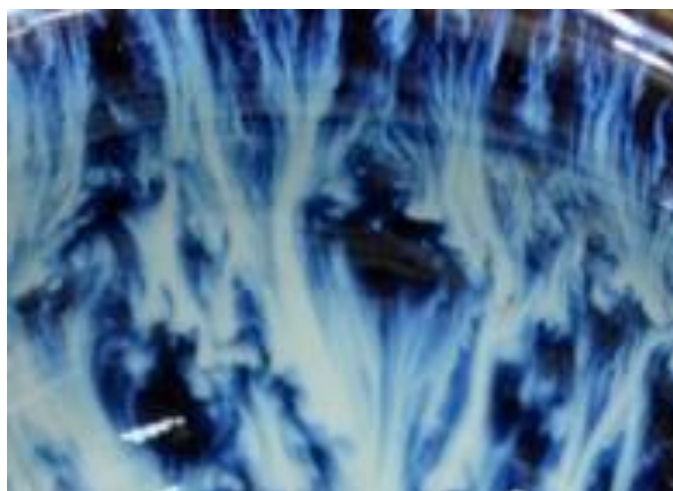


Рисунок 9. Глазурь потёчная



Рисунок 10. Кристаллическая глазурь



Рисунок 11. Глазурь мерцающая



Рисунок 12. Глазури восстановительного огня

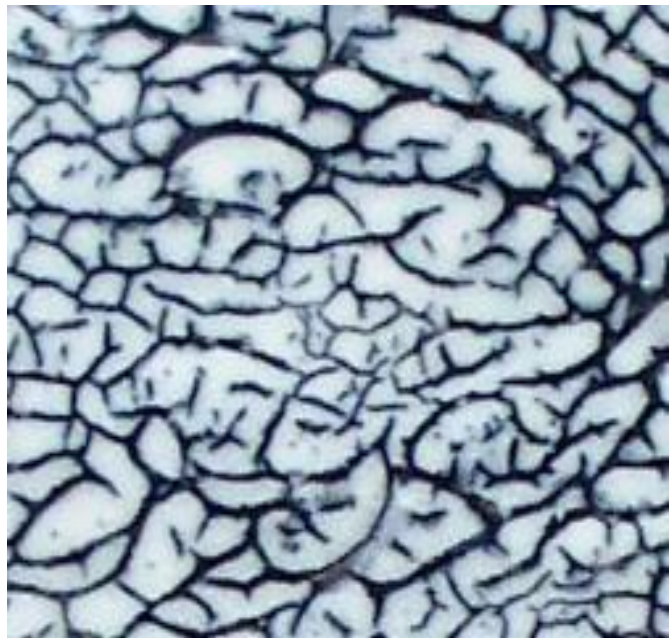
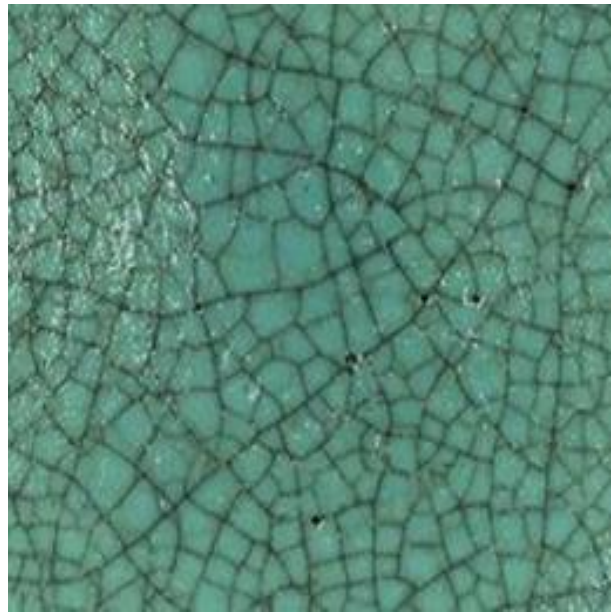


Рисунок 13. Глазури кракле



Рисунок 14. Деколи

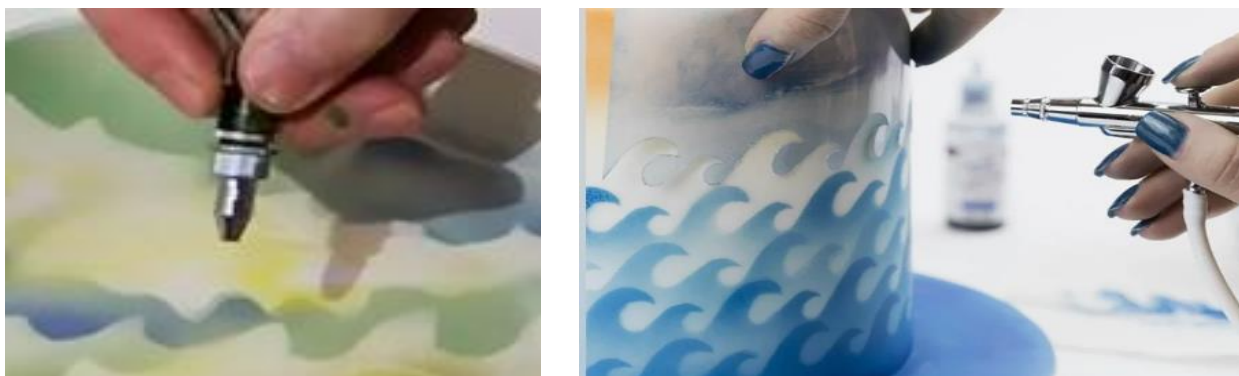


Рисунок 15. Аэрография

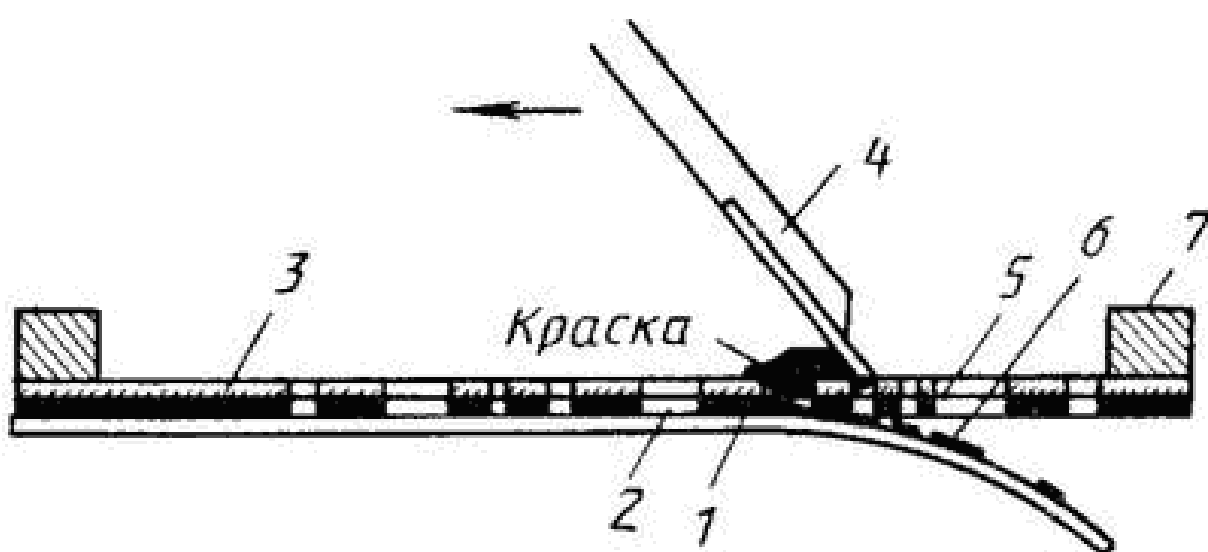


Рисунок 16. Принцип трафаретной печати: 1 – поверхность, на которую наносится декор, 2 – открытая часть трафарета, 3 – сетка, 4 – резиновый ракель, 5 – трафарет, 6 – краска, переместившаяся на поверхность изделия, 7 – рамка трафарета



Рисунок 17. Применение препарата жидкого золота



Рисунок 18. Плесень на поверхности сырой глазури



Рисунок 19. Плесень на керамической массе



Рисунок 20. Студенческая работа



Рисунок 21. Студенческая работа



Рисунок 22. Студенческая работа

Учебное издание

КОВАЛЁК Ирина Артуровна

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КЕРАМИКИ

Курс лекций

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

А.В. Табанюхова

Подписано в печать 13.03.2024. Формат ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 3,43. Уч.-изд. л. 3,69. Тираж 9 экз. Заказ 36.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.