

А.И. МИКЛАШЕВСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ
ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
КЕРАМИКИ



А И. МИКЛАШЕВСКИЙ
Кандидат химических наук

ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ К Е Р А М И К И

(ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО В УЧЕБНЫХ
МАСТЕРСКИХ)

Д о п у щ е н о
Управлением кадров и учебных заведений
Министерства культуры СССР
в качестве учебного пособия
для художественно-промышленных
вузов и училищ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЛЕНИНГРАД • 1971

Рецензенты:

кафедра химии и технологии тонкой технической керамики Ленинградского технологического института имени Ленсовета;

доктор техн. наук Ю. Г. Штейнберг

Научный редактор —
канд. техн. наук А. П. Пыжова

В книге собран и систематизирован материал, иллюстрирующий курс практического обучения в учебных керамических мастерских. Дано подробное описание приемов работ по изготовлению и технике декорирования художественных керамических изделий. Книга иллюстрирована фотографиями и рисунками, дающими наглядное представление о важнейших технологических процессах.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для студентов высших и учащихся средних художественно-промышленных учебных заведений, а также может быть полезна мастерам керамических предприятий.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее учебное пособие представляет собой первую попытку создать руководство по технологии декоративной керамики для студентов керамистов-художников. Книга написана на основе педагогического и практического опыта автора, продолжительное время работающего в данной области.

Существующая техническая литература и руководства по керамике не всегда позволяют всесторонне освоить их керамистам-художникам не только из-за относительной трудности и специфики изложения, но и из-за отсутствия указаний в них, как делать отдельные, имеющие иногда уникальное значение изделия.

Книга состоит из двух частей, называемых «Мастерство» и «Техника и технология».

В первой части начинающий керамист найдет сведения именно о мастерстве изготовления керамических изделий. Эти сведения послужат основой для керамиста-художника при освоении и расширении знаний по керамике, а при разрешении вопросов технического и технологического порядка ответы можно найти во второй части книги.

Вторая часть является продолжением первой части и содержит сведения о технике исполнения и технологии, необходимые для углубленного изучения керамики и самостоятельной творческой работы.

Изложение ведется по принципу — от простого к сложному, что способствует лучшему усвоению материала.

Весь материал иллюстрируется многочисленными фотографиями и схемами, благодаря чему обеспечивается наглядность учебного процесса.

Книга не имеет целью подробно отразить современное развитие индустриальных и поточных методов керамического производства; с ними учащиеся знакомятся во время производственной

практики. В книге также не излагается история керамики, ибо она изучается в специальных курсах.

Для более углубленного изучения технологии керамики в конце книги приведен перечень рекомендуемой литературы.

Автор приносит благодарность доктору техн. наук проф. А. И. Августинику, просмотревшему рукопись и сделавшему ряд ценных замечаний; старшему преподавателю кафедры керамики ЛВХПУ С. С. Первой, совместно с которой обсуждалась рукопись; старшему мастеру ЛВХПУ Ю. Н. Вяхи-реву, помощь которого оказалась весьма полезной при написании материала о модельноформовочном деле, членам кафедры, опыт и советы которых во многом помогли ему, а также авторам тех литературных источников, которыми он пользовался при написании рукописи.

Автор

ГЛАВА ПЕРВАЯ

РУЧНОЕ ФОРМОВАНИЕ

Для того чтобы хорошо изучить технологию художественной керамики, * необходимо, кроме ознакомления с теоретическими ее основами, приобретение практических навыков и опыта. На это обращал еще внимание изобретатель русского фарфора Дмитрий Иванович Виноградов. Так, в одном из своих трудов, относящемся к 1752 году, он образно писал:

«...Также о тех весьма сожалеть должно, которые делу порцелина ** из одних только книг и писем научиться хотят, что учинить весьма грудно или совсем невозможно. ... Практика и собственно-ручные прилежные труды к тому неотменно потребны».

Изучение технологии художественной керамики нужно начинать с ручного формования, которое необходимо для первоначальных упражнений при овладении керамическим искусством. Оно дает возможность практически ознакомиться с основными свойствами глины, а главным образом — убедиться, что только путем систематических занятий и приобретения мастерства можно создавать произведения искусства и утилитарные изделия.

Для ручных методов формования требуется весьма простое оснащение керамической мастерской, не вызывающее больших затрат, так как почти все оборудование и инструмент можно изготовить собственными силами.

1. Возможная схема изготовления керамических изделий

Сухая глина, замешанная с определенным количеством воды, образует глиняное тесто,*** по свойствам отличающееся от сухой глины, так как оно становится в той или иной мере пластичным.

* Термин «керамика» аналогичен греческому слову *κεραμική* — гончарное искусство.

** Порцелин — разновидность керамики — фарфор.

*** В дальнейшем глиняное тесто будем называть также глинистой массой, глиной, просто массой.

Если глиняное тесто, из-за природных качеств глины, получается слишком пластичным (жирным), его нужно сделать более «тощим», введя в него, например, песок или другие каменные неглинистые материалы. Такая искусственная масса лучше поддается сушке и обжигу, благодаря чему она меньше сокращается в объеме. Поэтому значительно уменьшается опасность образования трещин на изделии, а кроме того, облегчается соблюдение заданных размеров при его изготовлении.

Керамическое тесто, в которое введено несколько глин или несколько тощих материалов, например полевой шпат и мел (последние — для понижения температуры спекания и оплавления), можно назвать сложной керамической массой. Такие массы могут быть приготовлены не только в пластичном, но и в жидком состоянии (шликер), а кроме того, — в полусухом и сухом. Это обусловлено принятым методом формования изделий, а само состояние — количеством воды в массе.

Под нормальным тестом (массой) подразумевается набухшее тесто такой консистенции, при которой оно не прилипает к рукам, легко, не загрязняя рук, уминается и формируется. Это состояние устанавливается особой пробой.

Приготовление массы, формование и высушивание. Масса любого вида должна быть доведена ручным или машинным способом до однородного состояния и содержать достаточно влаги, позволяющей ей легко формоваться. Важно, чтобы при обработке масса была освобождена от пузырьков воздуха, которые могут разорвать черепок * на мелкие куски при обжиге.

Изделия из приготовленной массы формируют различными способами: ручным формованием (лепкой), точением на гончарном круге, прессованием, литьем и иными способами, пользуясь только руками или деревянными, гипсовыми, стальными и другими формами, а также машинами.

Приготовленное сырое изделие («сырец») даже в обычных атмосферных условиях высыхает и отвердевает. Для ускорения сушки полуфабрикат помещают в теплое сухое место или в специально подогреваемое помещение — сушило.

В течение сравнительно короткого периода, зависящего от свойств глины (массы), условий сушки и ее продолжительности, форма изделия может быть подправлена инструментом, а также доработана с целью нанесения, например, рельефного декора. Но за гранью так называемого жесткого состояния изделие теряет свои рабочие качества и только при весьма большом опыте может быть подправлено или изменено в конфигурации.

Если изделие («сырец») хранится в нормальных атмосферных условиях, сравнительно легкая обработка его, например с помощью резца, возможна приблизительно в течение суток.

* В керамике черепком называют целое тело изделия, а также кусок.

Первый обжиг (утельный). Даже хорошо высушенные изделия способны размокать в водных суспензиях глазури или красок, а поэтому путем предварительного обжига им придают прочность, подобную камню, и неразмокаемость в воде. Чаще всего их обжигают не при полной необходимой для созревания черепка температуре, а несколько меньшей, как говорят, «на утель». Однако, если изделие толстостенное, то не исключена возможность глазурования его прямо по сырой поверхности.

После первого обжига черепок имеет в основном еще пористую структуру.

Керамисты работают над изысканием эффективных водоустойчивых добавок, которые позволили бы исключить утельный обжиг.

Глазурование и декорирование. После того, как изделие остынет, его глазуруют, обжигают и декорируют или же сразу декорируют, а затем глазуруют прозрачной глазурью, т. е. наносят тонкий слой водной суспензии глазури, и обжигают. Изделие, подвергнутое второму обжигу, становится водонепроницаемым и гигиеничным в употреблении.

Не все виды керамики глазуруют.

Второй обжиг (политой, глазурный). Целью этого обжига является «приплавление» нанесенной глазури к черепку. В соответствии со специальным режимом повышают температуру печи до предельно необходимой. Конечная температура этого обжига обычно зависит от той температуры, при которой «созревает» глинистая масса, а также от температуры плавкости глазури.

Глиняные изделия типа гончарных обжигают при температуре 800—1000°C, изделия с каменным черепком, например плитки для полов, при 1200—1300°C; для так называемого твердого фарфора гребутся температура 1350—1400°C.

Третий обжиг (муфельный). Этому обжигу подвергают не каждый вид керамики: весьма часто он используется применительно к белому тонкому товару («белью»), например фарфору. В таком случае его расписывают в основном надглазурными керамическими красками, флюсующимися и приплавляющимися при 800—900°C и даже ниже (см. гл. 10).

При выполнении уникальных художественных изделий иногда возникает необходимость и в четвертом и пятом обжигах, что зависит от технологических свойств используемой палитры красок.

2. Подготовка глиняного теста к ручному формованию в небольших мастерских

Навыки по ручному формованию могут быть приобретены при работе с так называемой легкоплавкой глиной, пригодной для изготовления гончарных изделий, дающей без глазурования обычно водонепроницаемый черепок (обжиг при 900—950°C). Но если в печи могут быть созданы более высокие температуры, то лучше работать с глиной, образующей после обжига камнеподобный

и водонепроницаемый черепок. Изделия с каменным черепком позволяют более широко экспериментировать с различного рода глазурями и декором. Во всех случаях глиняное тесто (масса) должно обладать хорошими рабочими качествами, которые необходимо создать самому керамисту.

Почти в каждой области нашей страны имеется месторождение глины, испытать которую нужно в первую очередь. Применение ее расширяет интерес к керамическому делу и, естественно, удешевляет работу. Учащимся полезно и интересно самим выехать на месторождение, привезти оттуда глину и выполнить ее предварительную подготовку и опробование. Возможно, что в некоторые местные глины потребуется введение тощих материалов, например песка (см. гл. 14).

Свежую глину надо оставить на некоторое время на воздухе, в атмосферных условиях, сделав навес для защиты ее от гари, пыли и т. п. Для такого хранения (выветривания) лучше использовать и зимние месяцы года.

Если все же глина остается влажной, то ее необходимо подсушить до некоторого отвердевания, например, у остывающей печи, у радиаторов отопления или просто в сухих комнатных условиях, так как влажная мылообразная глина плохо размокает и образует трудно «распускающиеся» куски.

4 Подсушенную глину, мелко раздробленную деревянным молотком, засыпают в невысокую кадку, заполненную до половины водой так, чтобы глина покрывалась ею на 5—10 см. По истечении суток и после размешивания деревянным веслом образуется глинистая, имеющая густоту сливок суспензия. Чтобы удалить крупные инородные вещества, суспензию процеживают через сито (36 отв/см² и тоньше) и оставляют стоять на несколько дней. За это время глина осаждается на дне кадки. Затем воду удаляют при помощи сифона или через отверстия, просверливаемые по высоте кадки на расстоянии 2—3 см друг от друга и закрываемые пробками на время отстаивания глины.

Когда излишняя влага из глины испарится, что можно ускорить легким выпариванием в эмалированных тазах или оцинкованных противнях, она станет достаточно плотной и пригодной для ручной обработки.

Глину можно хранить в плотно закрывающемся оцинкованном изнутри ящике. В нем ее оставляют на вылеживание, или, как говорят, на «дозревание».

В оснащенных керамических производствах для удаления избыточной влаги из жидких масс применяют различные фильтр-прессы (см. гл. 21), а не выпаривание, ибо при выпаривании в некоторых глинах остается слишком много растворимых солей, мешающих дальнейшей их обработке (глазурованию и др.).

Лучшим, чем выпаривание, является способ подвешивания влажной глины в плотных холщевых мешках, которые в дальнейшем укладываются на гипсовые доски: однако, если ткань мешков не очень плотная, вместе с водой удаляется много тонких глиняных

частиц, а при очень плотной ткани процесс обезвоживания слишком затягивается; в последнем случае мешки следует нагрузить.

Чем дольше глиняное тесто вылеживается, тем больше улучшаются его качества (см. гл. 14).

Сложенную в оцинкованном ящике массу можно покрыть влажной мешковиной или разместить ее на досках, поддерживаемых брусками на 7—8 см выше уровня воды, в которую погружены лишь концы покрывающей ткани.

Стадии состояния глиняного теста. Свойства глиняного теста на различных стадиях влажности являются важными характеристиками при манипуляциях с ним.

1. В весьма мягком пластичном состоянии глина легко формуется даже под небольшим давлением (очень податлива), но она прилипает к рукам и не выдерживает большого веса при наращивании высоты изделия, т. е. деформируется. При этом размеры изделий в процессе высушивания слишком сокращаются, особенно если глина «жирная» (в массе много воды).

2. В умеренно пластичном состоянии глина также легко принимает ту или иную форму при небольшом давлении, и отдельные куски ее могут соединяться друг с другом. Но в таком состоянии она уже выдерживает давление наращиваемых стенок довольно больших сосудов. Она не прилипает к рукам, но стоит лишь добавить в нее очень немного воды, как она снова становится чрезмерно липкой. Это может служить критерием оптимального рабочего состояния глиняного теста до добавления воды. Данная консистенция чаще всего пригодна для формования сосудов и некоторых скульптурных изделий.

3. В окрепшем, но еще пластичном состоянии глина может формироваться лишь под большим давлением; непосредственно соединить два куса трудно. При скручивании глиняного жгута в нем легко образуются трещины. В таком состоянии глина еще может подрезаться или зачищаться. Сокращение размеров изделий при сушке гораздо меньше, чем в первых двух состояниях.

4. В следующем, уже довольно жестком состоянии глина деформируется с изломом; размеры изделий почти не сокращаются. При простукивании глина издает звук, исходящий как бы от сплошного тела. Поверхность ее начинает чуть-чуть осветляться; это так называемое **к о ж е т в е р д о е с о с т о я н и е**. Соединить два куса можно лишь при помощи склеивающего **ж и ж е л я**, т. е. разбавленной в воде до густоты сливок той же глины.

5. Последнее по влажности состояние характеризуется хрупкостью, при которой почти исключается возможность, даже при быстрой сушке, образования трещин. Поверхность, например, красножгущихся глин становится светлой (выцветает). В таком состоянии глину можно полировать или зачищать наждачной бумагой, а также осторожно зачищать влажной губкой.

Для ручного формования наиболее подходит второе состояние, т. е. нормальное рабочее состояние.

По тем или иным причинам глиняное тесто может или пересохнуть, или быть слишком влажным; тогда следует изменить его влажность.

Доувлажнение и подсушивание (подвяливание) массы. Влажная глина обычно впитывает воду весьма медленно, а поэтому сформованная в виде грубого ролика она должна быть разрезана на тонкие лепешки латуной или стальной проволокой («струной»), натянутой между деревяшками, т. е. разрезана, как режут в домашнем обиходе тонкой ниткой хозяйственное мыло. Лепешки, выложенные на влажную гипсовую доску или столешницу, обрызгивают водой до тех пор, пока они не приобретут нужную консистенцию. После этого их можно соединять.



Рис. 1. Обработка небольшого количества массы в руках



Рис. 2. Перебивка кусков массы на столе

Подвяливание массы осуществляют, переминая ее на сухой и чистой гипсовой доске или круге. Затвердевший гипс представляет собой весьма пористый материал с капиллярными каналцами, быстро оттягивающими излишнюю влагу. Гипсовая доска не должна иметь трещин и крошиться, чтобы не загрязнять массу гипсовыми частичками, а если она давно лежала открытой, то ее поверхность следует слегка «прошлепать» небольшим куском глины для очистки.

Обработка массы для формования. Перед формованием любая вылежавшаяся масса, состоящая из одной природной глины или из смеси сырьевых компонентов, должна быть «перебита» или перемята для удаления из нее пузырьков воздуха и получения совершенно однородной консистенции. Для этого существует ряд способов — как ручных, так и машинных. Опишем способы, применяемые при обработке малых количеств глины.

Первый способ заключается в том, что на деревянной доске скатывают ролик глины и, держа в обеих руках, скручивающим движением разрывают его на две части, а затем один кусок пере-

ворачивают (рис. 1) и «сошлепывают» с другим. Все это повторяют пятнадцать-двадцать раз; для проверки однородности перерезают ролик проволокой и осматривают, равномерна ли ее структура по разрезу.

Если глины требуется немного больше, чем для изготовления одного небольшого изделия, то ее удобнее перебить на столе. Для этого берут кусок глиняного теста и с высоты выше головы бросают его с силой на верстак. Затем его «сошлепывают» в колобок и разрезают в направлении вдоль стола латунной проволокой на два куска. После этого верхний кусок бросают срезанной стороной кверху, а подрезанный нижний, не переворачивая, с силой бросают на бывший верхний (рис. 2). Сделав срез под прямым углом к столу, один из кусков также бросают срезом кверху, а на него второй кусок — тоже срезанной стороной кверху. Этот цикл повторяют примерно двадцать раз (можно перебивать массу и другими способами).

В некоторых случаях, если к пластичной массе прибавляют отвердевшие глиняные обрезки, то их предварительно доувлажняют и перебивают вместе с массой деревянным молотком.

3. Лепка из глиняной массы

Глина является особой характерности пластичным материалом, и далеко не любой конфигурации, даже талантливо сделанные изделия будут художественно удачными в ней, как в материале.

На рис. 3 показаны две формы кувшина, из которых один (а) более типичен для керамического материала, а другой (б) — для металла. Как бы последняя форма не была декорирована, она не станет керамикой, хотя ее тело будет сделано из глины. Это чувство, или ощущение керамики, естественно, приходит с приобретением некоторого вкуса.

Первые опыты по формированию глины следует начать с лепки несложных форм при помощи только рук.

Игрушечные фигуры, бусы и другие мелкие изделия могут быть созданы путем соединения шаров и цилиндров. Затем можно попытаться вылепить фигурки животных или человека размером, не превышающим 10—12 см (рис. 4).

Все эти опыты помогут учащимся «прочувствовать» качества, характерные для глинистого материала.

Сложной наlepки с помощью какого-либо инструмента делать не следует. Надо наблюдать свойства пластичного материала, его



Рис. 3. Две формы кувшина
а — характерная для керамического материала; б — более характерная для металла

податливость и фактурность, не создавая особых украшений. Это будет отправной точкой для начинающего художника.

С приобретением знаний учащийся поймет, что создание национально-художественной игрушки как предмета, отражающего народное искусство, потребует от него большого творческого опыта или самобытной культуры.



Рис. 4. Игрушечные формы из шаров, цилиндров, роликов, лепешек и др.

На рис. 5 показаны игрушки, сделанные в Осетии для выставки в Брюсселе.

В дальнейших опытах изготовления изделий округлой и «свободной» формы мы не получим идеального с равномерными стенками изделия, но эта цель в данном случае и не преследуется. Характерность метода изготовления изделия и сохраняющаяся при этом фактурность

материала всегда имеют свою собственную художественную ценность.

В руках скатывают шар глины диаметром 3—4 см. Распластывая и выжимая глину большими пальцами и остальными, формируют тол-



Рис. 5. Игрушки, выполненные осетинскими мастерами (выставка в Брюсселе)

стое, чашечного вида изделие. При этом надо стремиться получить по возможности одинаковую толщину стенок предмета (5—8 мм).

Развитие способности определения толщины стенок «на ощупь» весьма важно для керамиста, особенно при работе на гончарном

круге (например, японцы даже очень тонкие вещи выполняют указанными выше методами, т. е. «от руки»).

Изделие можно оставить на несколько часов для подвяливания (подсушки) в комнатных условиях (если — на ночь, то в закрывающемся оцинкованном ящике). За это время глина приобретает лишь прочность подвяленной, а потому в дальнейшем изделие может дорабатываться без опасения его деформации.

Затем изделие переворачивают дном кверху и гладко зачищают дно старой ножовкой. Поверхность внутри и снаружи изделия может быть умеренно заглажена влажной губкой («греческой» или другой). Не надо стремиться заглаживать ею оставшиеся от ручной лепки следы до идеально выровненного и сглаженного состояния. Это будет похоже, скажем, на старания плотника, сделавшего вещь из простого дерева с помощью лишь топора, а впоследствии тщательно отполировавшего ее «под красное дерево».

В дальнейшем таким же приемом можно вылепить изделия свободной формы: пепельницы, розетки для варенья, курительные трубки, бусы и т. п. (рис. 6).

Не следует сразу стремиться сделать что-то «необыкновенное»; лучше проследить за основными свойствами глины, которые при ручной поделке подсказывают делать часто простую, утилитарно и технологически оправданную форму. Художественная ценность вещи повышается тогда, когда ее конфигурация отвечает свойствам материала. Эти наблюдения в будущем помогут создавать проекты и вещи, относящиеся именно к керамике, спутать которую с другим материалом невозможно.

Изготовление курительных трубок, бус, браслетов, пуговиц. Из небольшого шарика глины вылепливают полу юную нижнюю часть трубки (черенок), выбирая избыток глиняной массы с помощью крючка или стека (лопаточки). Черенок должен плавно переходить в патрубок с отверстием для присоединения к нему мундштука (ствола трубки).

Мундштук изготовляют отдельно, раскатывая тонкий пласт глины и оборачивая его вокруг соломинки или камыша (сгорающего материала). Вкладыш с обоих концов должен немного выходить за края будущего мундштука. Этим обеспечивается более плотное его присоединение к черенку и сохраняется отверстие. Мундштук присоединяется простой стыковкой и примазкой глиняной ленточки из несколько более мягкой (влажной) глины.



Рис. 6. Изделия свободной формы, вылепленные «от руки»

Трубки можно прессовать и в специальных формах, состоящих из двух половинок (см. гл. 15).

Вручную можно вылепить бусы или браслет, набирая их из двух-трех чередующихся деталей, отличающихся по форме и размерам.

Чтобы при обжиге сохранились отверстия, бусины панизывают на нихромовую проволоку, которую натягивают параллельными рядами на шамотную (огнеупорную) подставку («кроватьку»), похожую на опрокинутую широкую скобу.

Прочность, которую должны иметь пуговицы, требует для их изготовления применения более сложной массы, чем низкообожженная легкоплавкая глина: например массы с добавкой полевого шпата или массы, образующей так называемое «фарфоровое» стекло (смесь полевого шпата с костяной золой, из которой делали пуговицы «под агат»). Но если глина и одна хорошо спекается при низких температурах, то покрытые глазурью пуговицы будут достаточно прочными и при своеобразном рельефе — весьма декоративными.

Создание форм-миниатюр требует от керамиста не вычурности, а хорошего художественного вкуса. Подобные поделки помогают изучить пластичность глинистых масс и приучают начинающего керамиста к скрупулезности при отделочных работах в художественной керамике. Впоследствии можно перейти к изысканию того или иного рельефного орнамента на изделии, не отягощая при этом его форму.

Изготовление сравнительно больших полых изделий можно начать с простого наращивания отдельных кусков пластичной массы, периодически подвывая изделие в процессе его изготовления. Однако для таких изделий лучше освоить так называемые кольцевой и спиральный способы, которые обеспечат более «чистую» работу.

Изготовление горшка из спиралей или колец. Этот способ был уже известен древним гончарам. Им могут быть созданы весьма художественно выразительные и характерные для глины формы.

Интересно отметить, что в весьма давние времена изготовление полых керамики с помощью колец или спиралей в ряде местностей было в основном ремеслом женщин; лишь позже, с появлением гончарного круга, подобное исполнение перешло к мужчинам.

Способы со спиральями или кольцами не требуют особого оборудования, но они довольно длительны и не предоставляют «свободы творчества» и большого разнообразия при создании форм. Последнее с большим успехом достигается при использовании гончарного круга.

Как и во всех других случаях, перед началом работы глину надо хорошо перебить до приобретения ею однородного состояния, при котором она становится плотной, но не настолько, чтобы в ней образовывались трещины при скручивании. Глина для изготовления дна должна быть немного мягче, чем для стенок, чтобы дно не пересыхало и могло быть при необходимости подправлено и обработано к концу изготовления изделия.

Изготовление дна. Дно может быть изготовлено двумя способами.

Первый способ. Лист бумаги кладут на толстую ровную деревянную доску и закрепляют кнопками. Циркулем проводят на бумаге окружность с диаметром наружной окружности дна, размер которого будет служить ориентиром во время работы.

Из куска глины приблизительно с бильярдный шар скатывают в руках подобие грубоватого ролика диаметром 2,5—3 см и длиной 15 см. На гладкой, например покрытой линолеумом, поверхности его раскатывают двумя руками взад и вперед, легко устремляя руки от середины к концам. В результате получают жгут длиной 50—65 см и диаметром 1—1,5 см в зависимости от нужной величины дна и всего изделия. Надо заготовить несколько жгутов; чтобы они не так скоро высыхали, руки при раскатывании должны быть влажными. Сохранять жгуты в перерывах между работой необходимо под влажной тряпкой. Изготавливать жгуты можно и по мере добавления их к изделию.

Стараясь не растянуть жгут, его плотно спиралью накладывают на площадь очерченного круга от центра наружу, пока внешняя сторона противоположного конца не совпадет с линией окружности на бумаге или столе. Следует стремиться сделать дно из одного жгута, а возможный излишек длины — косо срезать. Спираль



Рис. 7. Дно из спирали

слегка придавливается и сглаживается, благодаря чему дно получается более плотным и прочным (рис. 7).

Если глина имела необходимую консистенцию, то для соединения последующих спиралей добавлять воду не придется.

Второй способ. С помощью круглой деревянной скалки и двух параллельно положенных реек, имеющих толщину будущего глиняного дна, раскатывают пласт глины. (Полезно научиться делать пласти ровной толщины с помощью только рук). Толщина пласта дна зависит от размеров проектируемого изделия, но для среднего — она определяется в 10—12 мм. После этого вырезают картонный кружок и накладывают его на пласт. Острым концом узкого ножа, держа его вертикально, отрезают края и получают правильный диск.

Наращивание стенки горшка. Стенки горшка можно нарастить двумя способами.

Первый способ. Жгуты изготавливают такой длины, какая только возможна без их разрыва и с минимальным числом соединений (стыков). Первый из них спирально, чаще всего расширяя диаметр, размещают на плоскости дна; при этом приблизительно каждый

сантиметр жгута слегка и с одинаковой силой придавливают, стремясь вытеснить воздух (рис. 8,а).

Когда первая спираль полностью свита, конец ее косо срезают, и к нему прижимают начало новой спирали. Эти операции продолжают до тех пор, пока стенка не увеличится до 10—12 см и даже выше.



Рис. 8. Ручное формирование горшка
а — выкладывание и придавливание спиралей; б — обработка наружной и внутренней стенок сосуда; в — подрезка устья сосуда

Необходимо внимательно следить за тем, чтобы изделие наращивалось геометрически правильно, для чего надо осматривать его со всех сторон во время работы.

По мере наращивания все время обрабатывают внутреннюю часть стенки, поддерживая ее рукой снаружи, и наоборот, — когда обрабатывается наружная сторона (рис. 8,б).

Чтобы изделие не осело, дальнейшее наращивание стенки может потребовать подвяливания изделия (подсушки), после чего работу продолжают.

Когда необходимые высота и контур формы достигнуты, устье предварительно подрезают (рис. 8, в) и изделие оставляют для сушки в закрытом большом ящике до приобретения им кожетвердого состояния.

Поставив изделие вверх дном, можно выбрать массу для образования ножки.

Второй способ. После одного полного оборота жгут отрезают и концы его соединяют между собой. Затем таким же образом создают следующее кольцо (рис. 9). При этом появляется большое количество стыков колец; чтобы не ослаблять прочность изделия, стыки следует стремиться распределять не по одной вертикальной линии, а вразбивку. После наращивания двух-трех колец их осторожно придавливают. Кольца могут быть сглажены снаружи

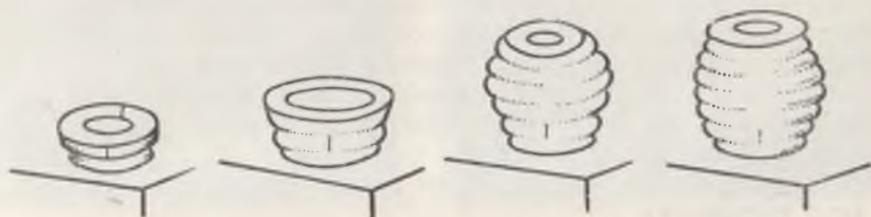


Рис. 9. Схема изготовления сосуда из колец

и изнутри или оставлены в качестве своеобразного декора, характерного для данного метода.

При уширении формы надо постепенно увеличивать длину жгутов, и наоборот — при сужении. По мере уширения горшка полуфабрикат должен подвяливаться все большее и большее время, так как тяжесть его стенки будет возрастать.

Консистенция массы для отдельных колец должна быть такой, чтобы в результате получилось изделие с равномерной влажностью, ибо в противном случае возможно растрескивание его при сушке и обжиге.

Конечная обработка изделия производится тогда, когда тело горшка приобретет кожетвердое состояние. Если хотят, чтобы изделие получилось гладким, то для умягчения и заглаживания поверхности применяют влажную губку, которой осторожно стирают крупинки и слегка затирают впадины и неровности.

Для закругления шейки или устья подрезают ножом, а дно зачищают, перевернув горшок шейкой книзу. С нижней стороны дна (на небольшую глубину) можно выбрать немного глины, чтобы создать ножку, как и в первом случае. Для этого используют самодельную деревянную вогнутую лопаточку — ш п а т е л ь.

Теперь горшок или вазу можно декорировать, например, вырезая орнамент, но характерность выполненных этим способом изделий ценна и без декора. При недостаточном опыте в декорировании

горшок может быть испорчен, поэтому в первых работах лучше его не украшать.

Применение турнетки. При ручном формовании спиральным или кольцевым способом первоначально можно прибегнуть к помощи вращающегося круга — так называемой турнетки (вертящегося столика), служащей для декорирования керамических изделий методом отводки (см. рис. 62).

Турнетку можно медленно поворачивать вместе со стоящим на ней изделием, проверяя правильность его формы.

Для зачистки дна и выгачивания ножки следует перевернуть и хорошо укрепить изделие в центре турнетки с помощью влажных комочков глины, прижав их к шейке горшка и диску.

Изготовление шкатулки (короба) из пластов. Несмотря на то, что прямоугольные формы не вполне отвечают специфической мягкости и пластичности глинистых масс и более подходят к металлу или дереву, представляется целесообразным описать процесс изготовления шкатулки (короба). Подобная работа дает навык по присоединению и укреплению отдельных деталей, а кроме того, приучает работать без нарушения формы легко деформирующихся при сушке керамических плоскостей.

Шкатулку можно изготовить из глинистых масс, находящихся в двух состояниях:

- 1) из пластичной массы;
- 2) из деталей, которые стали кожетвердыми, с последующим их склеиванием.

Первый способ. Подложив под ком глины и сверху кусок влажной тряпки, раскатывают скалкой между двумя рейками глиняный пласт толщиной 6—7 мм. При известном навыке это делают и «от руки» (без реек). Раскатывать следует от центра к краям. Периодически надо слегка смачивать руки или скалку. Нужно следить, чтобы пласт получился без так называемых «жмотин» (складок), которые, несмотря на заглаживание, после обжига проявляются в виде заметных швов.

Общий для дна и сторон шаблон делают из легкого картона. Первоначально дно и стенки можно вырезать из картона отдельно, составить их, если нужно подогнать, а затем уже, разложив по плоскости, очертить и вырезать целый шаблон, пригодный для повторных работ (рис. 10,а).

Шаблон накладывают на глиняный пласт и тонким острым ножом отрезают избыток массы. Осторожно и возможно меньше деформируя вырезку, отдирают ее от тряпки и переносят на ровную гипсовую доску. После этого с помощью линейки вырезают небольшую конусную канавку, соответствующую очертанию дна. Одновременно скапывают под углом края стенок. Затем поднимают стенки, сжимают их и приставляют к ним деревянные бруски, покрытые влажной тряпкой, чтобы предотвратить слишком быстрое высыхание наружной части короба и возможное, вследствие этого, втягивание стенок во внутрь (рис. 10,б).

Для усиления прочности образованных углов можно изнутри наложить тонкие глиняные жгуты и придавить их шпателем или пальцем (рис. 10, в). После этого короб оставляют на воздухе на два-три часа для подвяливания.

Вырезку заготовки следует производить на толстой гипсовой доске.



Рис. 10. Ручное формирование короба

a — вырезание заготовки короба по шаблону; *b* — приставленные к коробу бруски, покрытые влажной тканью для замедления сушки; *в* — усиление прочности углов глиняными жгутами

Как только короб слегка окрепнет, поверхность его может быть заглажена губкой, а верхний край, с помощью деревянных брусочков, сделан более прямоугольным. После этого подсушивание продолжают в большом закрывающемся ящике, не отнимая от стенок короба бруски с влажной тряпкой.

По другому шаблону, указанным выше способом, вырезают заготовку для крышки и сразу же соединяют ее по углам. К нижней стороне крышки следует прижать полоски глины, чтобы образовать закраины (рис. 11, а), а затем, когда крышка приобретет кожетвердое состояние, подрезать края, подкладывая в качестве направляющей

для ножа ровную толстую фанеру или толстый пластмассовый лист (рис. 11,б).

Второй способ. Дно и стенки собирают в форму короба из отдельных пластов, подвяленных (подсушенных) почти до кожетвердого состояния. Заготовленные детали скашивают по краям острым и тонким ножом под углом 45° .



Рис. 11. Вырезание крышки по шаблону

а — приставка закраин для крышки; б — подрезание края по направляющей

Для соединения дна и стенок нужно приготовить шликер — так называемый жижель (взбалтывая небольшое количество той же глины с водой до консистенции сливок). Жижель будет служить в качестве клея. Чтобы увеличить поверхность склеиваемых мест, скошенные края стенок и дна рекомендуется мелко насечь или зашпатель крупным рашпилем, * поддерживая детали скошенным под углом бруском. Намазанные кистью края сжимают и несколько секунд придерживают вместе, пока они плотно не соединятся. Для достижения прямоугольности можно вложить внутрь прямоугольный деревянный брусок. Присоединение деталей друг к другу необходимо выполнять быстро.

4. Ручное формование с помощью простейшей гипсовой модели и деревянной формы

Работа с гипсовыми моделями и формами достаточно сложна и требует известного опыта. Довольно подробно приемы этой работы изложены в гл. 15. Здесь же мы опишем лишь наиболее простые, первые опыты.

* Вид пилы с редкими игольчатыми зубцами.

Формование с помощью простой гипсовой модели. Пласт глины раскатывают толщиной примерно 6—7 мм. Затем накрывают им несложную, вырезанную из затвердевшего гипса или пластилина модель, например пепельницы, покрытую куском влажной ткани (модель представляет собой гипсовое тело без полости). Не продавливая пласта, прижимают его весь как можно плотнее, начиная от центра в направлении к краям, чтобы удалить воздух. Затем избыток глины подрезают ножом и на той же модели сырец подсушивают.

После того, как изделие окрепнет, его снимают с модели, зачищают и слегка заглаживают влажной губкой. К отдельным изделиям требуется приставлять ножки, ручки и т. п.

Формование плиток в деревянной форме. Плитки, изготовленные из пластичной массы, будут сравнительно толстыми. Работа с подобными плитками представляет интерес в том смысле, что начинающий керамист сразу же получит правильное представление о значительной сложности изготовления плоских и, особенно, гладких керамических изделий. Большое внимание придется уделить процессу сушки, так как сырые плоские изделия из пластичной массы имеют сильную тенденцию к короблению.



Рис. 12. Формование плитки в деревянной форме

В дальнейшем, после освоения глазурования, плитки могут быть покрыты глазурью, что послужит для приобретения навыков в нанесении слоя глазури равной толщины на плоскость.

Форму для плитки можно сделать из четырех деревянных реек, приколотив их гвоздями к гладкой доске. При желании получить плитку, соответствующую весьма распространенному стандартному размеру, т. е. 15 × 15 см, необходимо принять во внимание сокращение размеров сырца в процессе сушки и обжига (см. гл. 6 и 15).

Величина сокращения после сушки и обжига зависит от влажности и свойств глиняной массы, поэтому лучше произвести пробный обжиг и измерить размеры после него.

В форму, предварительно припорошенную сухой порошкообразной глиной, кладут комок глиняной массы, немного превышающий по объему необходимое количество ее для изготовления плитки. Подсыпку глиной делают для того, чтобы плитка легче вынималась из формы.

Круглым валиком раскатывают в форме глиняный пласт, следя за тем, чтобы в форму не попал воздух. После этого протаскивают вверх формы обратный тупой край старой ножовки и срезают избыток массы. Когда плитка слегка подвянет, легким ударом по дну ее извлекают из формы (рис. 12).

Подсушивание плиток надо производить очень медленно, например, у остывающей без сквозняков печи, у радиаторов, размещая

изделия стопками на подложенные в углах кусочки сломанных плиток. Иногда их укладывают вперевязку, как кирпичи в кладке, оставляя при этом зазор для циркуляции воздуха. Плитки можно положить на натянутую крупную сетку.

5. Некоторые осложнения, встречающиеся при ручном формовании

При способах наращивания колец или спиралей наибольшую опасность представляет образование трещин между сочленениями во время сушки и обжига. Это является следствием ненадежного соединения колец или спиралей между собой, что обычно зависит от разницы в их влажности, а также от неравномерности их придавливания.

При исправлении некоторых участков изделия, например при добавлении кусочков глины в небольшие случайные пустоты или впадины, если применялась более влажная глина, то она сожмется (сократится) больше, чем уже окрепшая, основная, в результате чего также создадутся условия для образования трещин.

Очень часто изделие внезапно оседает, что является следствием слишком поспешного наращивания колец без периодического их подвяливания или же недостаточной осведомленности о свойствах данной глины.

При изготовлении плоских изделий, например плиток, основная трудность заключается в сохранении их до обжига без коробления, иногда даже незаметного для глаза, но весьма сильно проявляющегося во время последующего обжига.

При работе любым способом важно, чтобы в массу не попали крупные пузырьки воздуха, которые, если не при сушке, то при обжиге, разорвут изделие (см. гл. 17).

ГЛАВА ВТОРАЯ

ТОЧЕНИЕ ФОРМ НА ГОНЧАРНОМ КРУГЕ

В керамике термин «точение» означает работу по изготовлению тела геометрически правильной формы вращения с помощью вращающегося круга.

Гончарный круг — это инструмент, который в руках мастера-художника позволяет создавать изделия прекрасной формы.

Предполагают, что гончарный круг был первой машиной, которая была изобретена человеком, и что это изобретение прогрессивно сказалось на развитии цивилизации.

Каждый керамист-художник должен стремиться овладеть мастерством работы на гончарном круге, но по мере совершенствования профессионального мастерства следует остерегаться утрирования форм, число которых кажется беспредельным.

Приятная форма в первую очередь отличается хорошими пропорциями частей сосуда (рис. 13). Она ценна также простотой конструкции и утилитарностью, а не стилизацией глины до неестественных и мало удобных конфигураций, проявляющихся из-за осложнений при разработке технологии изготовления изделия.

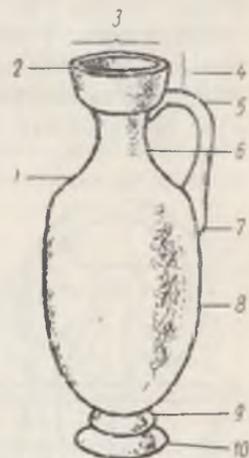


Рис. 13. Части сосуда

1 — плечо; 2 — губа; 3 — устье; 4 — венчик; 5 — ручка; 6 — шейка; 7 — корень ручки; 8 — тулово (тело); 9 — перехват; 10 — основание (9, 10 — ножка)

1. Некоторые конструкции гончарных кругов и инструмент

Устройство гончарного круга. Гончарный круг (станок) состоит из вертикального вала, на вершине которого закреплена круглая плоская головка; на ней и производят точение изделий. Круги могут работать непосредственно с помощью ножного привода (маховика) или через шестерчатые передачи, увеличивающие или уменьшающие скорость вращения.

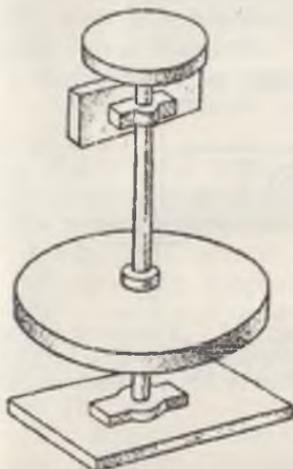


Рис. 14. Головка и маховик обычного гончарного круга

На обычном гончарном станке (рис. 14) работают сидя сбоку на скамейке станины круга, не показанной на рисунке. Русские гончары в старину устанавливали маховик с едва заметным наклоном к толкающей правой ноге.

На рис. 15 показан гончарный круг, принцип приведения в движение которого был использован знаменитым английским керамистом Веджвудом в XVIII веке.

В настоящее время ножной гончарный круг вытесняется кругом с моторным приводом. Удобен круг, имеющий коробку передач, так как он более пригоден для массового производства изделий, а при учебных работах позволяет сосредоточиться на манипуляции рук. Он должен вращаться со скоростью от 50 до 300—350 оборотов в минуту при мощности, достаточной для изготовления больших изделий.

Для высокопрофессиональных работ, например, когда нужно выточить сравнительно легкое изделие, но большой высоты и вытянутой формы (до 1 м), за границей стали применять круг особой конструкции. При выполнении высокой и узкой вазы сперва вытачивают, как обычно, невысокий, но широкий и толстостенный цилиндр с равномерными стенками. Затем круг, имеющий разветвленную поверхность головки, переворачивают, закрепляют на высоте

человеческого роста и продолжают изменять цилиндр в вазовую форму, но уже снизу.

Диаметр головки кругов обычно составляет 25—30 см. Рабочая площадка во всех случаях должна вращаться против часовой стрелки, как бы убегая от правой руки работающего.

Материалом для диска служат антикоррозионная

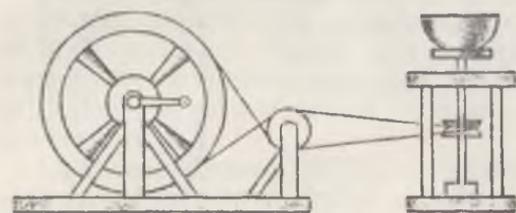


Рис. 15. Схема гончарного круга, которую использовал Веджвуд (XVIII век, Англия)

латунь, бронза, алюминий и даже пластмасса, на которых должны быть правильно нарезаны четкие концентрические окружности, облегчающие центрирование.

При изготовлении тонкостенных изделий, которые трудно снимать с рабочей площадки в сыром виде (возможна деформация), рекомендуется применять закрепляющийся толстый гипсовый диск («болван»), снимающийся вместе с изделием. Гипсовый диск примазывают к головке шликером или (что лучше) вкладывают в специальное металлическое кольцо, надевающееся на головку круга (рис. 16). Можно, однако, изготовлять изделия и непосредственно на антикоррозионном диске, но предварительно смазанном от руки жидкой массой.

Изготовленное на головке изделие подрезается натянутой между руками тонкой струной и снимается парой подъемников (рис. 17).

Если работа производилась на гипсовом диске, то чтобы чрезмерно не загрязнить дно изделия гипсом (что может привести к разрыву его при обжиге), между дном и гипсом рекомендуется проложить кусок ткани, примазав его небольшим количеством пластичной массы. По окончании работы проволоку протягивают уже под этой прокладкой, а затем, когда изделие слегка подвялится, ее отдирают от дна.

Опытные мастера при изготовлении небольших изделий обычно фиксируют положение рук при помощи корпуса своего тела, при-

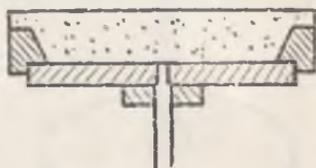


Рис. 16. Гипсовый диск («болван»), вложенный в металлическое кольцо головки круга

жимая к нему руки, но в конструкции учебного круга надо предусмотреть опору для рук и поддон.

При изготовлении крупных изделий и работе с гипсом необходим подручник («правилка») с двумя боковыми ступенчатыми подставками-лесенками (см. рис. 103). Кроме того, необходимо иметь банку с водой для регулярного смачивания рук, а тем самым для увлажнения изготавливаемых изделий.

Инструмент. Основным инструментом гончара являются его руки; кроме того, применяются различные вспомогательные приспособления (рис. 17).

Толщиномеры и циркули необходимы для уточнения размера изделия, а также при повторном изготовлении того или иного экземпляра.

«Реческие» губки (или резиновые и пластмассовые их заместители) применяются для увлажнения поверхности изделия во время точения, а при необходимости — для ее сглаживания. Кроме того, они используются для выбирания излишка воды изнутри сосуда.

Проволока служит для срезания изделий с головки круга.

Шаблон или лекало помогает проверять и создавать несколько одинаковых форм. Они изготавливаются из дерева, пластмассы и других материалов. Шаблоны могут иметь весьма разнообразные очертания.

Каллибры — это тоже шаблоны, но изготавливаемые из твердого (сталированного) материала, способного обтачивать изделие. По специальным калибрам изготавливают шаблоны для формовочного станка.

Режущие части клюшек (наконечники) представляют собой насаженные на ручку треугольные, четырехугольные, круглые, эллипсообразные и иной формы пластинки, которые можно изготовить из старых пил, стальных пластинок, кос и т. п. Клюшки применяются главным образом при модельно-формовочных работах (см. гл. 15).

Подъемники служат для снятия с круга изготовленного изделия; они представляют собой изогнутые под прямым углом пластинки с вырезанными полукругностями.

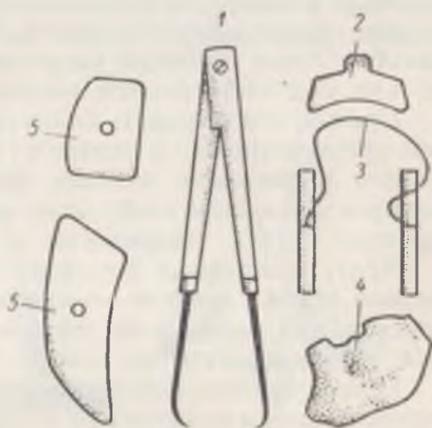


Рис. 17. Основной набор гончарного инструмента

1 — толщиномер; 2 — подъемник; 3 — проволока; 4 — губка; 5 — шаблоны

2. Подготовка глинистой массы, освоение гончарного круга и работа на нем

Профессионал-гончар может выполнить изделие на круге из масс, широко отличающихся по влажности, однако начинающий керамист должен работать с весьма пластичной массой, способной абсорбировать еще достаточное количество воды не размокая.

Масса перед началом работы должна быть хорошо перебита способами, описанными выше. Необходимая консистенция глины устанавливается в зависимости от сложности конфигурации изделия. Даже при самом тщательном описании работы на гончарном круге трудно передать все ее тонкости. Поэтому учащийся найдет в данном пособии лишь основные сведения; закрепить их и развить можно только под наблюдением опытного мастера.

Прежде чем положить глину на головку, надо уделить достаточное время изучению и контролю скоростей вращения круга, приводимого в движение маховым колесом (маховиком), педалью или мотором. При этом необходимо найти наиболее удобное положение корпуса тела в зависимости от конструкции круга.

Круг, вращаемый маховым колесом, приводится в движение правой ногой сидящего на скамье гончара, т. е. толканием круга от себя, что напоминает ритмичное «болтание» ногой. Левая нога при этом находится на упоре.

При вращении моторного круга надо освоить его включение, переключение и выключение. Если имеется коробка передач, следует подобрать скорость, близкую к скорости вращения ножного круга.

Центровка. Шар из глины (колобок) с некоторой силой бросают в центр вращающегося круга. Плохо отцентрованный, «бьющий» шар будет вращаться как бы «взлетами» и рано или поздно соскочит с головки круга. Опытный мастер достигает нужного центрирования несколькими ловкими, без опоры, движениями. При быстром вращении колобок должен казаться почти неподвижным. Чтобы достичь этого, вначале надо тем или иным путем основательно зафиксировать руки, для чего локти надо прижать к корпусу тела. Согнутые кисти рук держат впереди корпуса на колобке, а для придания им устойчивости — сближают запястья.

Отрываясь периодически от круга, на вращающуюся глиняную массу обильно набрызгивают с губки или с руки воду («смазку»). Для лучшего скольжения вместо воды рекомендуется набрызгивать суспензию из той же массы (глинистую воду). Усиливая постепенно давление закрывающимися ладонями и пальцами рук, стараются поместить колобок точно в центр круга, преобразуя колобок в заглаженный купол.

Усиление текстуры массы. Дополнительная текстурная проминка глины на вращающемся круге придает глиняному изделию большую однородность и большую прочность не только в сыром состоянии, но и в обожженном. Поэтому вслед за центрированием, сжимая глину обеими руками и медленно поднимая их вверх, — купол

преобразовывают в конус (рис. 18,а). Чтобы не сбить массу с центра, голову надо наклонять и приближать к осевой линии станка (круга). Давление рук должно быть направлено под прямым углом к оси головки станка. Вслед за этим при продолжающемся вращении круга конус прижимают рукой книзу (рис. 18,б). Одни гончары делают это большими пальцами обеих рук, охраняя ладонями боковую поверхность конуса, а другие — ладонью руки, поддерживая конус другой рукой.

Операцию вытягивания и спрессовывания глины повторяют восемь-десять раз. В результате такой проминки глина, находящаяся в центре, «вырабатывается» (смещается) к краям. К тому же при указанной выше обработке из массы хорошо вытесняется воздух.

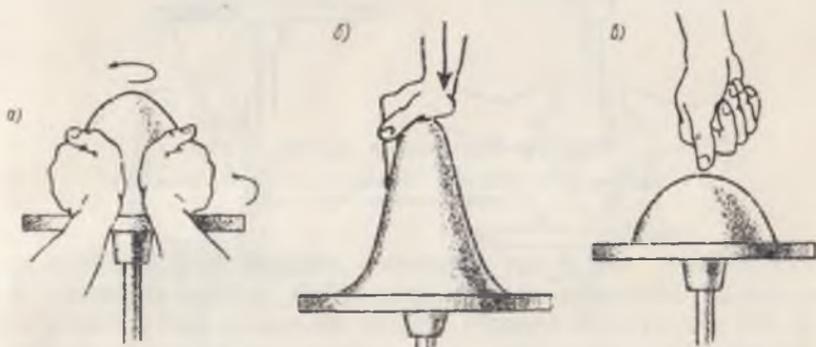


Рис. 18. Усиление текстуры массы

а — преобразование купола в конус; б — прижатие конуса книзу; в — отметка центра на куполе

Преобразовав окончательно глиняную массу в правильно вращающийся купол, уменьшают скорость вращения круга и концом большого пальца правой руки намечают центр на вершине купола (рис. 18,в).

Формование полости и дна. Держа большой палец правой руки вертикально, продолжают вдавливать его вниз в центр купола (рис. 19,а), другие пальцы при этом находятся на наружной стороне начавшей изменяться формы; они контролируют определенное перемещение глины в стороны.

В образовавшуюся полость добавляют с губки или с руки небольшое количество воды.

Глубина вдавливания большого пальца определит толщину дна. Оставленная при первых опытах несколько большая толщина дна придаст большую устойчивость изделию (горшку) и обеспечит известный запас материала, необходимый для практики по обтачиванию.

Для раздвижения глины в стороны левую руку или пальцы опускают до дна образовавшейся при вдавливании большого пальца

полости и осторожно давят по направлению правой руки, которая поддерживает глину с наружной стороны. Глина должна обрабатываться настолько влажными руками, насколько это возможно без «раскисания» изделия.

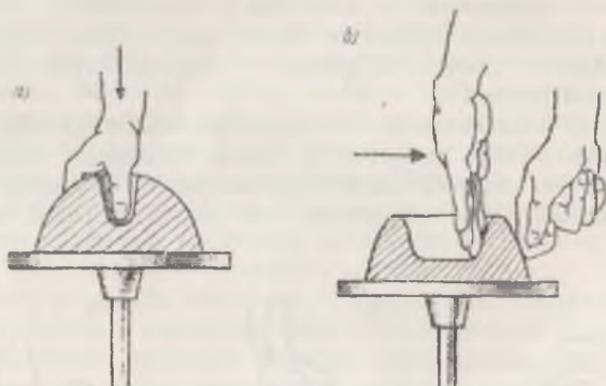


Рис. 19. Формование полости и дна

а — вдавливание большого пальца в дно купола (колобка);
б — формование полости и дна

После того, как будет обеспечен необходимый диаметр дна и образована небольшая полость (рис. 19,б), губкой выбирают в ней воду. (Из неглубокой полости можно изготовить чашу, миску и др.)

Вытягивание цилиндра. Если начнут получаться хорошие цилиндры с равномерными стенками, то вытягивание из них вазовой или горшечной формы не представит большой сложности.

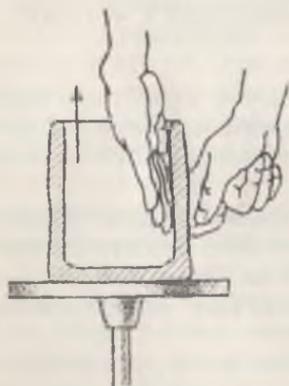


Рис. 20. Вытягивание цилиндра

При изготовлении цилиндра на поверхность его полости добавляют «смазку». Каждый мастер по-своему вытягивает эту промежуточную форму, но во всех случаях она должна получить высоту будущего изделия. Многие мастера используют для этой операции конец среднего пальца левой руки, опуская его внутрь полости до дна, а согнутый первый и большой пальцы правой руки прижимают к внешней стороне вытягивающегося цилиндра. Во время вращения круга руки «ведут» от дна кверху (рис. 20), стараясь сблизить их, чтобы стенку сделать достаточно тонкой.

При вытягивании весьма небольшого цилиндра можно пользоваться лишь одной рукой, выжимая нижнюю часть полости между большим пальцем и остальными. Чтобы вытянуть цилиндр до необходимой высоты, эти операции повторяют два-три раза. Воду периодически выбирают губкой.

Требуется большой опыт, чтобы придать стенке равномерную толщину. Некоторые мастера при изготовлении цилиндра, а также горшка или вазы часто используют для сглаживания поверхности разного рода скребки, имеющие форму шаблона, частично прилегающего к той или иной линии формы, однако злоупотреблять этим не следует.

Оформление горшка или вазы. Из цилиндра можно выполнить горшечную или вазовую форму. Если давить на внутреннюю сторону цилиндра, то стенки его будут вытягиваться с расширением формы (рис. 21). При таком формировании очень важно, чтобы в нем участвовали обе руки, находясь внутри и снаружи цилиндра точно одна против другой, взаимно координируя то давление, которое

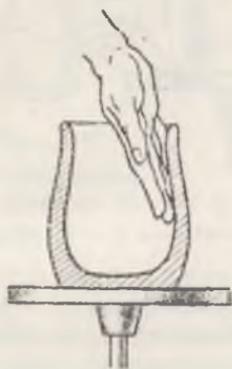


Рис. 21. Расширение стенок до необходимой формы

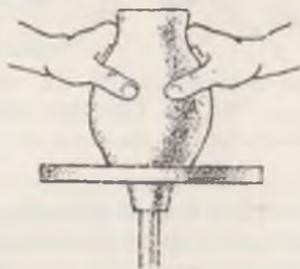


Рис. 22. Вытягивание шейки

требуется для образования нужной формы. При изготовлении высокого горшка руку необходимо держать внутри полости вертикально.

В процессе изготовления узкогорлого горшка надо следить за тем, чтобы не расширять отверстие (устье) больше, чем это нужно. Слишком расширенные стенки впоследствии трудно закрыть, не нарушая текстуру материала.

Для вытягивания шейки осторожно захватывают верх горшка указательными и большими пальцами обеих рук и легко их поджимают (рис. 22). После этого рука, как правило, не может быть введена во внутрь изделия.

Многие формы, пока они находятся еще в пластичном состоянии, подвергаются доработке (приставка ручек, носиков и т. п.).

Если шейка узкая, то при накоплении «смазки» ее можно удалить с помощью проволоки или палки, к концу которой привязывают губку (рис. 23,а). Лишняя глина, накапливающаяся снаружи у дна горшка, удаляется рукой или скребком во время вращения круга (рис. 23,б).

Некоторые дополнительные операции при изготовлении горшка или вазы. Уже при вытягивании цилиндра в его стенках можно обнаружить один-другой пузырек воздуха, что является следствием плохой перебивки глины. Пузырьки должны быть удалены путем прокалывания их куском проволоки и выдавливания воздуха наружу. При значительном количестве пузырьков глину необходимо перебить заново.



Рис. 23. Удаление избытка влаги и жидкой массы

а — губкой на проволоке внутри узкогорлой вазы; б — скребком снаружи

Часто верхний край цилиндра получается неровным — «рваным». Тогда жесткой тонкой проволокой протыкают сбоку цилиндр у наиболее низкого места рваного края и, поддерживая прошедший во внутрь конец проволоки, срезают часть массы в виде ленты (рис. 24).

Круг при этом слегка вращают.

Во многих случаях бывает необходимо «развернуть» верхний край, что придает особую характерность гончарному изделию, чего нет или труднее получить, например, на изделии, оформленном

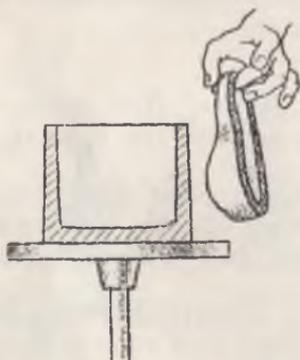


Рис. 24. Срезание «рваного» края



Рис. 25. Развертывание края устья

методом литья (см. ниже). Для этого верхний край изделия вытягивается тонким; затем, манипулируя пальцами, глину «выводят» в наружную сторону и заворачивают, как показано на рис. 25.

Если нужно сделать носик («губу»), то это нетрудно выполнить, слегка надавливая пальцем вниз между двумя другими пальцами (рис. 26).

Ручка вытягивается из куска глины (рис. 27,а). Приставка ее и закрепление осуществляются после подвяливания с применением жижеля (рис. 27,б).

После выполнения всех дополнительных операций горшок или вазу срезают с круга, направляя проволоку вниз, как бы поперек



Рис. 26. Оттягивание носика



Рис. 27. Изготовление ручки
а — вытягивание глиняного жгута; б — приставка ручки

окружности круга, но в то же время протягивая ее и вдоль (рис. 28,а). Сразу же на диск подливают воду и проволоку протягивают еще раз. Затем изделие можно сдвинуть или снять на подставку — ровную; смоченную водой, деревянную или пластмассовую доску (рис. 28,б). На этой же подставке изделие подсушивают.

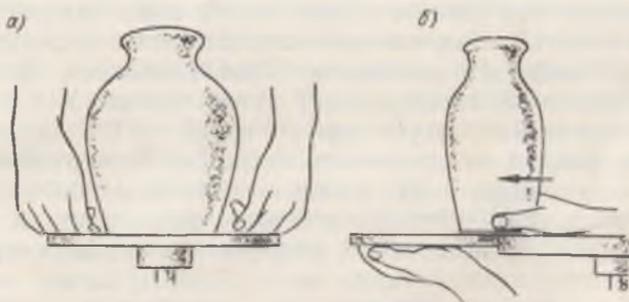


Рис 28. Снятие изделия с головки круга
а — срезание проволокой; б — сдвиг на подставку

В некоторых случаях снятое с круга изделие все же слегка деформируется. Во избежание этого надо, чтобы изделие немного упрочнилось, и только затем его можно подправлять (вдавливание, растягивание). Одним из положительных качеств выточенного изделия будет одинаковая толщина стенок и дна.

После того, как изделие приобретет кожетвердое состояние, его, до приставки ручки, иногда подвергают умеренному

обтачиванию инструментом на том же гончарном круге (см. ниже). Небольшие изделия обычно обтачивают в день их изготовления. Необходимая влажность в крупных изделиях поддерживается благодаря хранению его в плотно закрывающемся шкафу или прикрыванию влажной тканью.

Так как при обтачивании требуется сравнительно небольшая скорость вращения круга, то его предпочтительно производить на круге с ножным приводом, а не с мотором.

Обтачивание инструментом в какой-то мере влияет на характерность гончарного изделия, что, однако, зависит и от вида инструмента, и от чувства меры художника.

Изготовление простого режущего инструмента. Для самостоятельного изготовления стализированного режущего инструмента необходимо иметь тиски, ножовку, молоток, напильник и несколько полосок достаточно толстого железа.

Загнутая под прямым углом полоса металла будет достаточно удобной при ширине 2—2,5 см и длине 25—30 см. К ней можно приделать деревянную ручку; это заменит так называемую клюшку.

Некоторые мастера работают «петлей», которую делают из часовой пружины (рис. 29).

Процесс обтачивания. Горшок или вазу устанавливают вверх дном на головку круга и центрируют.



Рис. 29. Петля из часовой пружины

Первоначально это делают при медленном вращении круга, используя в качестве ориентира концентрические окружности на дисковой площадке. При медленном проворачивании круга можно, например, большой палец правой руки держать в таком фиксированном положении, чтобы при «биении» ноготь сделал легкую отметку на изделии, когда оно его коснется. Можно применить для этого также карандаш и тут же легким толчком поправлять положение горшка. Это умение, наблюдаемое у опытных мастеров, складывается всего из нескольких уверенных толчков в нужном направлении.

После центровки изделие прочно закрепляют на головке круга кусками мягкой глины с четырех сторон. Чтобы избежать при этом изменения положения отцентрированного изделия, глина должна прикладываться к нему одновременно с двух противоположных сторон.

Если изделие представляет собой форму с довольно узкой или высокой шейкой, то для обтачивания необходимо изготовить глиняный патрон (рис. 30). Толстостенный патрон, находящийся в сухом состоянии, вполне удержит горшок или небольшую вазу и даже может быть использован для обтачивания нескольких изделий. Обтачиванию помогает не только фиксация рук у корпуса тела,

но и расположенные по бокам деревянные стойки-лесенки (см. рис. 103).

При вращении круга инструмент продвигают от центра дна горшка к краю до тех пор, пока не выровняют дно и не сделают его по толщине равным толщине стенки. Движение от центра к краю, но не наоборот, позволяет избежать возникновения напряжений в глине. Кончик режущего инструмента надо держать несколько «смотрящим» наружу, что не даст возможности изделию свалиться при слишком глубоком врезании инструмента в дно.

После выравнивания дна инструмент прикладывают к тулову изделия, направляя движение от дна к шейке.

Изготовление деталей. При желании в дне изделия может быть сделана ножка, т. е. из дна выбрана часть глины, а снаружи обточен некоторый ее избыток в виде ободка.

Чтобы перейти от простого горшка к кувшину с ручкой и крышкой или к кружке с ручкой, нужно много тренироваться в изготовлении приставных и дополняющих деталей (гарнитуры), а также в их приставке к изделию. Лучше всего начать с изготовления пивной кружки.

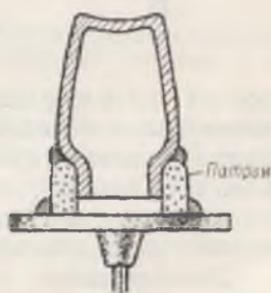


Рис. 30. Вспомогательный патрон для обтачивания узкогорлого изделия

Приготовив соответствующий кружке простой цилиндр, находят заметную, изменяющую его в композиционном отношении образующую линию. Она не должна казаться случайной и напоминать тот же цилиндр, но выполненный небрежно. Выточив тело кружки, его хранят влажным, пока не будет найдена форма и изготовлена ручка (см. рис. 27). Кусок глиняного ролика, как указывалось выше, изгибают по форме кружки и изыскивают удобную и композиционно оправданную его конфигурацию.

Чтобы приставка была достаточно прочной, соединяемые места после подвяливания лучше всего намазать тонким слоем жижеля из той же массы (глины), а на стыках предварительно сделать несколько насечек ножом.

Чтобы изготовить кувшин с ручкой и с крышкой, последняя должна быть сделана вскоре после снятия его с круга, так как от этого зависит правильность определения размеров крышки. Измерив кронциркулем заготовку крышки (рис. 31,а), а также размеры устья и губы кувшина, вытачивают внутреннюю сторону крышки. При измерении надо учесть толщину тонкого слоя будущей глазури на крышке и на внутренней части устья. Вслед за этим крышку снимают с круга и после некоторого подвяливания переворачивают, центрируют, закрепляют глиной и обтачивают сверху в соответствии с желаемой конфигурацией (рис. 31,б).

Чтобы изготовить носик к чайнику, выполненному гончарным способом, нужно выточить полый невысокий конус, срезать его тискось (рис. 32), отделать форму и приставить к корпусу с помощью жидкого жижеля. Предварительно в чайнике надо сделать отверстие или лучше — решетку.



Рис. 31. Изготовление крышки
а — калибровка; б — обтачивание

Поперечный разрез носика должен быть не совсем круглым, чтобы чайник не «капал». Вершина носика должна находиться на уровне заливного отверстия чайника (также и у кувшина-кофейника).

После приобретения художественного вкуса и навыков можно осуществлять

весьма разнообразные формы «отходящих» от тела носиков и даже высоко поднимать вместе с носиком шейку и устье. Места крепления ручки также можно будет композиционно варьировать и придавать, например, «корню» тот или иной декор (рельеф, порезка, лепка). Не следует при этом забывать об утилитарном назначении сосуда и не предпочитать этому декоративный эффект.

Зашкуривание, полирование и мокрая отделка губкой. Некоторые учащиеся, особенно после небрежного точения на круге, начинают слишком энергично заравнивать изделие, например шкуркой, после того, когда оно высохнет. Однако этим злоупотреблять не следует. Умеренно оставленные следы от обтачивания инструментом и от рук характерны для гончарного изделия и являются неотъемлемой чертой его обработки. В противоположность этому, изделия с плоскими поверхностями (плитка, ящик или даже дно сосуда) могут быть тщательно выровнены.

Для создания на изделии с телом вращения своеобразного матового блеска, который мы обнаруживаем на древнерусских и других сосудах, поверхность полировали с помощью металлического или гладкого каменного инструмента.

В настоящее время изделия полируют роговым шпателем, а иногда твердой резиновой пластинкой, пустив станок и предварительно проведя по поверхности предмета мокрой губкой, пока на ней не образуется легкий слой глиняной мути. Можно полировать и мягкой щеткой с длинным волосом. Полируемое изделие в основном должно находиться в кожтврдом состоянии.

При правильном полировании глинистые частицы ориентируются в одном направлении. Надо избегать слишком высокого обжига

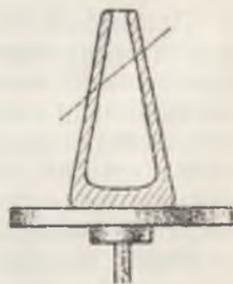


Рис. 32. Носик к чайнику из полого конуса

позированных изделий, так как из нашего опыта следует, что ориентация частиц на поверхности при этом нарушается и блеск уменьшается. Таким образом, лощение не достигает цели.

Склеивание и исправление треснувшего сырого изделия. Если окончательно высохшее изделие оказалось поврежденным (отскочила, например, ручка, или отбилась край носика), то оно может быть все же починено, если оно этого стоит.

Поврежденное изделие обрызгивают водой и ставят не меньше чем на сутки в закрытый шкаф в атмосферу высокой влажности. Для соединения частей их намазывают тонким слоем шликера того же состава и сразу же прижимают друг к другу с последующим заглаживанием шва. Если на теле изделия образовалась большая трещина, то с обеих сторон вырезают V-образную канавку, тонко намазывают ее шликером и вдавливают в нее жесткую (тощую) и по возможности сухую массу (рис. 33). После этого изделие ставят в шкаф для доведения его до кожетвердого состояния, а затем заглаживают шов губкой.

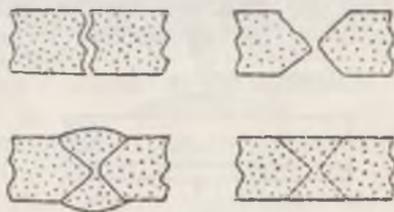


Рис. 33. Схема последовательности исправления трещины

3. Общие сведения о формовании на приводном круге с помощью профильного шаблона

Для данной работы надо иметь специальный формовочный станок, приводящийся во вращение мотором. Несмотря на то, что этот метод является (в весьма совершенном виде) производственным, он также полезен и для керамиста-художника, когда возникает необходимость в изготовлении нескольких одинаковых изделий. Для этого от композиционного рисунка надо перейти к поперечному разрезу изделия (рис. 34), начертив его увеличенным с учетом будущей усадки при сушке и обжиге (см. гл. 6 и 15).

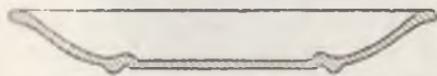


Рис. 34. Разрез блюда

Из гипса необходимо изготовить точную, с учетом сжатия, модель блюда (форму), наружные очертания которой станут в дальнейшем внутренними для изделия.

Для обтачивания поверхности изделия (блюда, тарелки) заготавливают определенной конфигурации нож (лезвие) или, как его называют на производстве, шаблон, который соответствует очертаниям наружной стороны изделия (модели). Этот шаблон закрепляют на специальном рычаге, смонтированном на станине круга; его называют **наклоном** (рис. 35).

В непроизводственных условиях первая операция заключается в изготовлении шара из хорошо перебитой пластичной массы или глины, который кладут на массивную и увлажненную гипсовую доску. Затем его раскатывают между двумя рейками или сразу разбивают «роботком» в пласт равномерной толщины. Некоторые мастера распластывают шар одним ударом гипсового «битка», покрытого холстом. Чтобы получить пласт равномерной толщины, немного превышающей толщину будущего изделия, требуется большой опыт. На производстве такие заготовки отрезаются от круглого ролика специальным приспособлением.

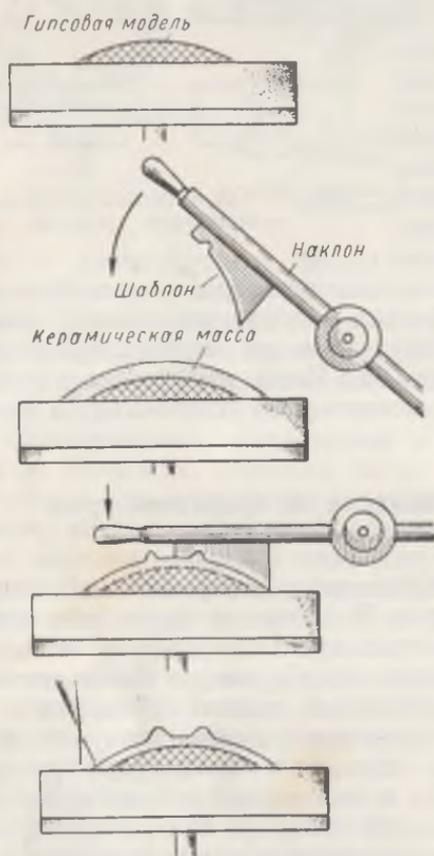


Рис. 35. Схема формирования плоского изделия на приводном формовочном станке

большой опыт. На производстве такие заготовки отрезаются от круглого ролика специальным приспособлением.

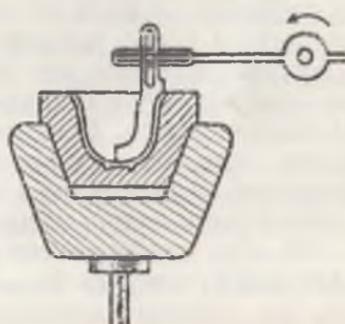


Рис. 36. Схема изготовления глубокого плоского изделия с помощью обычного шаблона



Рис. 37. Схема изготовления пиалы с помощью ролика

Возможно точнее прилепнув пласт к посаженной на «болван» форме, его увлажняют водой с губки и, осторожно проглаживая рукой от центра к краю, выгоняют из него воздух. Вслед за этим приводят круг в движение и плавно опускают наклон с закрепленным на нем шаблоном. Срезание излишка массы с изделия ограничивается упором. Влажная губка у шаблона все время смачивает поверхность. После этого подрезают лишнюю массу у края блюда

или тарелки. (На производственных станках этот излишек отходит механически). Вместе с формой снимают изделие для подсушки на воздухе, после чего его можно снять с формы. Последняя может служить многократно.

При изготовлении глубоких мисок и чаш пользуются соответственно заготовленной гипсовой формой (см. гл. 15), которую также закрепляют в центре на «болване» круга. Пустотелую грубую заготовку из глиняной массы помещают внутрь формы. Пристроенный к наклону специальный шаблон опускают во внутрь формы: при вращении круга он выбирает излишек массы до необходимой и равномерной толщины (рис. 36).

При работе с шаблоном важно правильно определить консистенцию (влажность) керамической массы.

На производстве в последнее время вместо указанных выше жестко укрепленных шаблонов начали применять фторопластовые ролики для изготовления полых изделий (рис. 37) и металлические — для плоских.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ЛИТЬЕ И РУЧНОЕ ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ В ГИПСОВЫХ ФОРМАХ

Формование путем литья в гипсовых формах имеет большие технические возможности, но не отличается той привлекательностью, которая присуща формованию глины на гончарном круге. Однако, когда для такой работы требуется модель и она изготовляется самим керамистом, то он работает как скульптор. В дальнейшем с помощью модельщика или самостоятельно он снимает с нее форму.

Принцип работы заключается в том, что глиняным шликером (см. ниже) заполняют подсушенную гипсовую форму. Избыток воды всасывается в мелкие поры формы, а у ее стенок наращивается слой сырого черепка. В гипсовой форме можно не только отливать, но и отминать изделие, удаляя избыток воды уже из пластичной массы.

Хороший керамист должен уметь изготовлять формы, чему посвящена специальная глава (см. гл. 15). Умелое изготовление форм, особенно многокусовых, требует всестороннего изучения формовочного мастерства. Мы же представим себе, что в нашем распоряжении имеются готовые гипсовые формы.

1. Литье

Шликер. Обычно содержание воды в литейном шликере редко превышает 35—40%. Чтобы при такой сравнительно малой влажности масса стала текучей и заполняла даже тонкие детали форм,

к ней необходимо добавлять так называемые дефлокулянты, или, как их еще называют, — электролиты, представляющие собой чаще всего щелочные соли слабых кислот, например соду (Na_2CO_3) или жидкое стекло (Na_2SiO_3). Они создают слабую щелочность в шликерной среде, которая разжижается вследствие ряда электрохимических явлений (см. гл. 14).

Необходимое количество электролитов определяется для каждого шликера опытным путем, но в основном оно не должно превышать 0,3—0,5% от веса сухой глинистой массы. Увеличение же количества

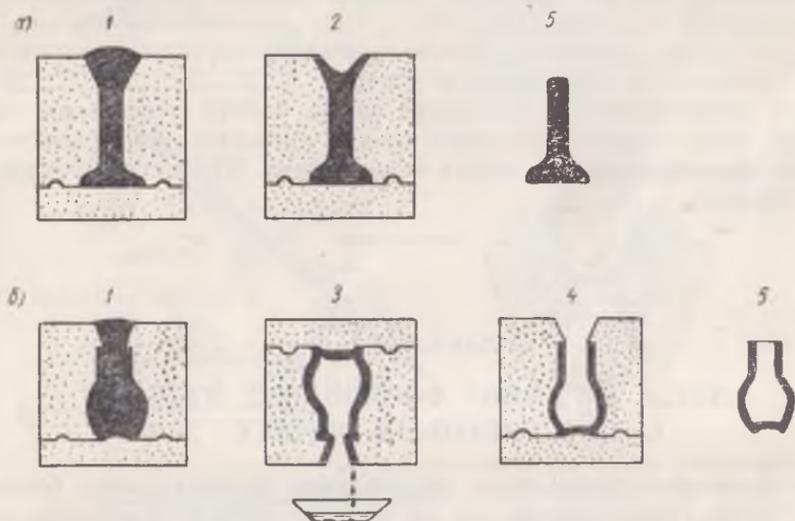


Рис. 38. Схемы наливного (а) и сливного (б) литья в гипсовых формах

1 — шликер залит; 2 — избыток воды поглощен гипсом; 3 — после набора необходимой толщины черепка избыточный шликер слит; 4 — запас в литнике (у горловины) подрезан; 5 — готовые сырые изделия: наливное и сливное

электролитов сверх указанного часто ведет не к разжижению, а наоборот, — к загустеванию шликера.

Для отливки небольшого количества изделий шликер можно приготовить в любом, но только не в железном сосуде, перемешивая его деревянным веслом. Для перемешивания значительных количеств шликера нужна специальная мешалка. Рекомендуется готовить и хранить шликер в отопляемом помещении, так как теплый шликер дает отливки лучшего качества: наращивание черепка идет равномернее и быстрее.

Загустевший при хранении шликер после разбалтывания снова разжижается. Чтобы получить хороший определенной плотности шликер, первоначально его следует приготовить под руководством мастера. Для заливки в форму шликер набирают из основного бачка в кружку или кувшин.

Способы литья. Литье изделий осуществляют двумя способами: наливным и сливным (рис. 38).

При наливном способе шликер заливают обычно в специальную гипсовую форму, имеющую, как правило, две рабочие поверхности. Заполнив объем, шликер оставляют между ними, не выливая. По мере всасывания воды порами гипса шликер пополняют, приливая его до верхнего уровня формы. Конфигурация внутренних поверхностей деталей формы (вкладышей) определяет конфигурацию всего тела изделия, а расстояние между внутренними поверхностями гипсовой формы — толщину сырого черепка.

Обезвоживание шликера, поскольку оно осуществляется с помощью двух поверхностей, происходит сравнительно быстро. Но у очень толстостенных изделий срединные слои могут получиться рыхлыми, т. е. менее плотными, чем слои, непосредственно прилегающие к гипсу. В некоторых случаях, когда конструкция формы продумана плохо, могут образоваться даже пустоты. Поэтому при изготовлении толстостенных изделий желательно применять давление или разрежение.

Наливной способ удобен для получения толстостенных или сплошных изделий и реже используется художниками, чем сливной.

При сливном способе внутренняя поверхность формы придает изделию его внешние очертания. Толщина черепка зависит от времени выдержки шликера в форме. Обычно по истечении 15—20 мин излишек выливают из формы. После подвяливания изделия в форме и, таким образом, сокращения в размерах его легко извлекают и подвергают сушке.

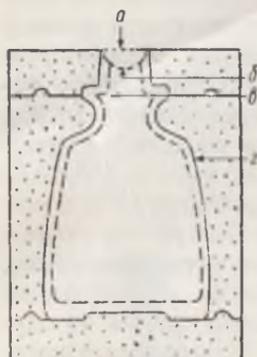
Этот метод применяют в основном для получения тонкостенных изделий.

Более длительное время нахождения шликера в форме обуславливает и более толстую стенку изделия. Однако при этом не наблюдается прямой пропорциональности во времени, так как кривая парашивания черепка «затухает». Образовавшийся первоначально даже весьма тонкий глинистый слой все больше и больше препятствует легкому отсасыванию воды, не пропуская ее сквозь себя. Длительность выдержки шликера в форме, и то лишь в некотором интервале времени, надо приблизительно учетверить, чтобы удвоить толщину стенки.

Заполнение форм. Чтобы компенсировать сжатие шликера и создать небольшое давление во время его нахождения в форме, уровень шликера должен быть несколько выше, чем высота законченного изделия. Это достигается двумя путями: в заливное отверстие формы вставляется сверху воронка, обрамленная для плотности жгутиком глинистой массы в месте соприкосновения с гипсом, или в самой форме сверху предусматривается некоторый объем для такого резерва — литник (рис. 39).

При отливке крупногабаритного изделия, например садовой вазы, больших деталей фонтана или скульптур, шликер предпочитают наливать и сливать не сверху, а со дна формы. Это уменьшает вероятность того, что литые отвалится от стенок формы из-за

тяжести отливки, а кроме того, освобождает работающего от необходимости опрокидывания тяжелой формы для выливания избытка шликера (рис. 40). Образовавшееся снизу отверстие замазывают пробкой из той же массы.



Если отливают изделие высоких размеров, то для предупреждения оползания наращенного слоя можно применить на некоторое время давление. После слива избытка шликера такое давление создают легким непре-

Рис. 39. Нарращивание стенки вазы и провисание шликера в литнике формы

а — первоначальный уровень; б — конечный уровень; в — линия среза; г — стенка в конце литья

рывающимся накачиванием в форму воздуха. Однако лучшим заводским способом считается разрезание под кожухом.

Подготовка, сборка формы и отливка изделия сливным способом. Если форма хранилась даже в собранном виде, то перед работой ее необходимо разобрать, тща-

тельно протереть изнутри влажной губкой от пыли и возможных остатков от предыдущего литья, а затем увлажнить губкой. После этого форму надо собрать

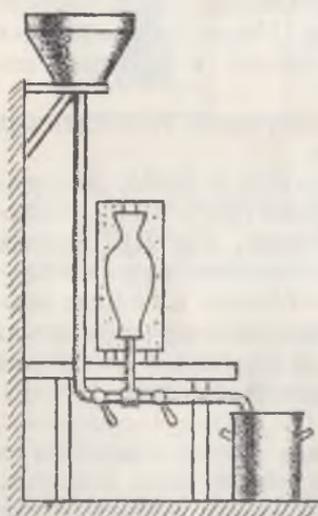


Рис. 40. Заливка шликера снизу; избыток сливается через спускной кран

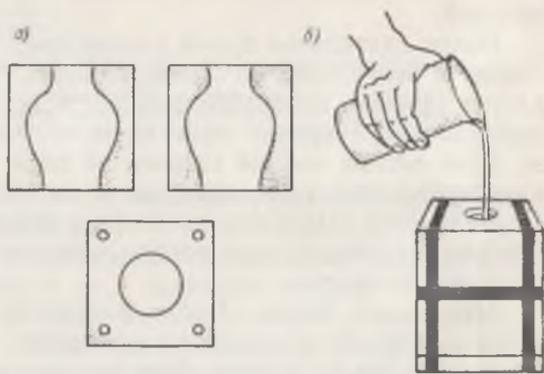


Рис. 41. Разобранная (а) и собранная форма (б) под заливку

и скрепить ее куски, т. е. связать веревкой, растянутой деревянными клиньями, или обтянуть резиновой трубкой. Разобранная и затем собранная форма показана на рис. 41.

Не следует новую форму использовать для изготовления нужно-го изделия. Даже при хорошем шликере ее поверхность обычно

не даст сразу хорошего изделия. Необходимо проверить возможность утечки, хотя тщательно пригнанная по кускам форма не дает ее даже при слабом стягивании кусков, а плохо пригнанная — даст течь и при сильном стягивании.

Процеженный сквозь сито шликер непрерывной струей заливают в форму, стараясь лить его в центр заливного отверстия (рис. 41, б), но не разбрызгивая, так как это портит отливку. С этой целью струю шликера можно направить по деревянной палочке, немного опущенной во внутрь формы. Важно, чтобы при этом не было захвачено в виде пузырьков много воздуха, что особенно портит отливку. Можно слегка помешивать шликер палочкой, чтобы пузырьки всплыли наверх.

Гипс быстро всасывает воду, а поэтому, как было сказано, шликер заливается с избытком или сразу же подливается по мере понижения его уровня. При литье некоторые мастера рекомендуют ставить форму на турнетку (вертящийся столик) и слегка вертеть ее слева направо и наоборот.

Шликер не должен быть слишком вязким и, таким образом, выливаться очень медленно. В противном случае в отливке могут образоваться натеки и спиралеобразные линии, свидетельствующие о скачкообразном повышении и понижении уровня шликера в форме. Этого можно избежать легким встряхиванием формы во время литья, но первоначально лучше изменить с помощью мастера вязкость шликера.

После наращивания черепка, по истечении 15—25 мин, форму опрокидывают, а избыточный шликер выливают в специальный бак. Чтобы предотвратить обратное натекание шликера на дно формы и, таким образом, заметное утолщение дна изделия, форму оставляют на несколько минут в опрокинутом состоянии, благодаря чему избыточный шликер окончательно стекает. Кроме того, можно слегка покрутить ее в руках и этим более равномерно распределить натеки. Хороший шликер стекает быстро и равномерно.

Выливать шликер из больших форм надо медленно, чтобы не создать в них временного вакуума. Это может привести к тому, что стенка отвалится от гипса.

Опыт покажет, спустя какое время отливка в состоянии удерживать собственный вес. После этого можно начать разбирать форму для подрезки, раздвигая в противоположные стороны две половины, если они с конусным замком; наиболее часто дно формы делают с полукруглыми шипами, что зависит в основном от «манеры» работающего.

Лучшей практикой считается, если верх изделия можно подрезать еще тогда, когда оно находится в гипсовой форме, благодаря чему исключается возможность случайной деформации изделия, но при этом надо внимательно следить за тем, чтобы не порезать тело гипса. Важно начать подрезку своевременно, так как при поздней подрезке (передержке) изделие может треснуть.

Отлитое изделие некоторое время должно оставаться на третьем куске формы, т. е. на дне, чтобы за этот промежуток можно было подчистить шов, образуемый на месте соединения половин формы, заметно проявляющийся после обжига даже тогда, когда форма изготовлена достаточно тщательно.

Данное явление создает на фарфоровых и фаянсовых заводах известный вид брака; даже тщательное зашкуривание шва не улучшает положения. Лучший метод борьбы с браком — это применение хорошего формовочного гипса и возможно плотная подгонка кусков формы. Физико-химическая суть этого явления пока еще недостаточно ясна. По нашему мнению, она кроется в особой ориентации частиц массы по шву в связи с тем, что частицы вследствие трения в этом месте приобретают электрический заряд.

Если такие швы слишком заметно проявляются на изделиях, то бороться с ними можно несколькими путями:

а) вырезать в сыром изделии вдоль шва весьма тонкий угольчатый канал и вдавить в него пластичную массу, а затем зашкурить;

б) чтобы разрушить ориентацию глинистых частиц, места стыка слабо обколачивают легким деревянным молотком, а затем заглаживают;

в) не дожечь изделие и, вынув его из печи, зашлифовать места стыка, а затем окончательно обжечь до созревания черепка.

При изготовлении узкогорлых изделий методом литья встречается особый вид затруднений: если при сливе шликера не оставить в части шейки некоторого объема для непрерывного поступления воздуха в форму, то отверстие периодически закупоривается (пульсация шликера), вследствие чего стенки изделия стягиваются внутрь. Это особенно заметно, если избыток шликера сливался в то время, когда черепок изделия начал уже отставать от гипсовой формы. При закупорке и образующемся разрежении воздух, поступая через неплотности швов формы, начинает давить на стенки сырого черепка. Лучший способ предотвращения этого осложнения — осторожный слив шликера, пока изделие не отстало от стенок гипсовой формы, а также увлажнение ее перед заливкой и, таким образом, замедление наращивания черепка.

С подобным затруднением встретились на Ленинградском фарфоровом заводе имени М. В. Ломоносова при серийном изготовлении узкогорлых графинов.

2. Ручное прессование (формование) в гипсовых формах

Изготовление модели, формы и прессование ручки. Модель для ручки можно изготовить из гипса, глины, дерева или иного материала, а затем снять с нее форму. Простую ручку легко отпрессовать. Модель для нее делают, например, из глины, после некоторого отвердения ее разрезают вдоль на две половины. Затем можно попробовать самому или под руководством мастера изготовить форму. Одну половину помещают на плоскую поверхность срезом вниз

и сверху заливают гипсом (рис. 42, а). После отвердевания кусок переворачивают и на поверхности гипса делают замковые лунки (рис. 42, б). Всю поверхность покрывают тонким слоем смазки (см. гл. 15; о приготовлении гипсового раствора и смазки). Вторую половину модели приставляют к первой и снова заливают гипсом. После схватывания гипса модель извлекают, а остатки смазки счищают с формы губкой.

После разборки формы нужно вырезать вокруг контура ручки канавки, чтобы иметь возможность выдавливать и, таким образом, подрезать ими избыток пластичной массы при спрессовывании кусков (рис. 42, в).

Затем круглый жгут из пластичной глинистой массы (обезвоженный шликер) укладывают по выемке половины формы, а вторую

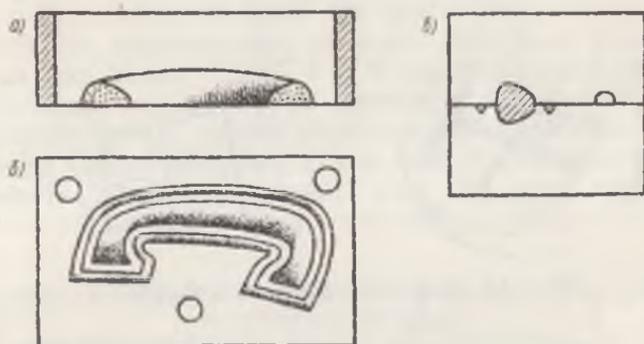


Рис. 42. Прессование ручки в гипсовой форме

а — половина помещается срезом вниз и заливается гипсом;
б — замковые лунки; в — канавки вокруг контура ручки

половину накладывают на первую и сильно прижимают. Вслед за этим форму разбирают и зачищают шов ручки.

Формование в гипсе плоских изделий типа изразца. О формовании плиток небольшого размера с использованием деревянной формы указывалось в первой главе.

Крупные плоские изделия предпочтительно изготовлять в гипсовой форме, заполняя ее вдавливанием (набивкой) небольших кусков (рис. 43, а). Так как плоские изделия при сушке и обжиге легко коробятся, то, изготовляя плитки из пластичной массы, надо сразу в форме или потом на тыльной стороне изделия сделать крупные перемычки, уменьшающие возможность деформации. Этому способствует и способ набивки формы небольшими кусками, которые, перекрывая друг друга, усиливают структуру массы. Чтобы предотвратить образование так называемых «жмотин» (складок) и воздушных карманов, необходимо применять, насколько это позволяет прочность гипса, значительное давление.

После набивки гипсовой формы массой избыток ее срезают струной (см. рис. 17) и зачищают ровной стороной ножовки. Затем,

если нужно, тыльную поверхность слегка заглаживают влажной губкой. Готовая плитка с перемычками на тыльной стороне показана на рис. 43, б.

Формование маски человека. Указанным способом можно отформовать, например, маску человека, если имеется гипсовый слепок (форма).

Для облегчения сушки и уменьшения усадки глинистая масса должна содержать 20—25% тощего материала (шамота, песка).

Гипсовую форму набивают слоем массы толщиной 1,5—2 см. Равномерность ее толщины рекомендуется проверять небольшим закругленным шилом с ограничивающими плечиками на ручке. Кроме того, им, не протыкая насквозь черепок, можно сделать большое количество наколов, способствующих сушке изделия.



Рис. 43. Ручное прессование плитки типа изразца с упрочняющими перемычками

а — набивка формы массой; б — тыльная сторона готовой плитки

На изделии, подобном маске, необходимо сделать с внутренней стороны перегородку, которая предохранит стенки от втягивания их внутрь при сушке и обжиге.

После срезания краев форму переворачивают и кладут на гладкую поверхность, на которую после 5—8-часовой выдержки должно «отойти» сырое изделие. Вслед за этим лицевую сторону можно обработать и подправить шпателем или стеклом.

Формование небольшой статуэтки в двухкусовой форме. Довольно прост способ формования пустотелого изделия из пластичной массы путем вдавливания (прессования) пластов в две половины гипсовой формы, что позволяет быстро и без особых осложнений изготовить с гладкой поверхностью, например, небольшую статуэтку или игрушку.

Между двумя деревянными рейками раскатывают пласты массы толщиной 3—4 мм, вырезая их с учетом размера и конфигурации половин формы. Пласты плотно вдавливают в каждую половину формы, следя за тем, чтобы не протереть их насквозь в выпуклых точках, ибо тогда придется добавлять в обнаженные места массу.

Немного подвялив массу, ее подрезают вровень с гипсом, но не ниже, так как плотного соединения тогда не будет.

Лучше сделать едва заметный допуск в сторону превышения линии половины формы.

После сдавливания и связывания двух половин следует, насколько это позволяет форма, достичь рукой или инструментом внутреннего шва и обработать его.

Спустя короткое время форму можно разъединить, извлечь из нее изделие и подрезать так называемые хвосты или заусеницы, образовавшиеся на поверхности сырого изделия в местах стыка половин формы. Сильное заглаживание влажной губкой не рекомендуется, так как шов станет еще заметнее; лучше после сушки это место слегка зашкурить или слегка прогладить влажной мягкой кистью, но и то лишь тогда, когда изделие приобретет кожетвердое состояние. Можно поступить и так, как указывалось выше.

При изготовлении более крупных изделий, например статуарной скульптуры, для которой требуется многокусковая форма, ее, не разбирая, выдерживают довольно длительное время в горизонтальном положении — 6—7 ч и более. Установив затем форму в вертикальном положении, ее начинают постепенно разбирать, давая верхним частям изделия окрепнуть, а нижнюю треть изделия оставляют до следующего дня. После полной разборки формы, при необходимости, устраивают разного рода подпорки, вместе с которыми изделие продолжает подвигаться и просыхать.

3. Обработка необожженных изделий

Сырое изделие нуждается в конечной обработке, т. е. в подготовке его поверхности к возможному декорированию. Обработка требуется и в том случае, когда изделие остается в недекорированном виде, т. е. с естественным цветом черепка, который получится после обжига.

М о к р а я о т д е л к а, т. е. заглаживание влажной губкой, допускается при обработке многих видов изделий, но чаще всего она применяется при литье.

С у х а я о т д е л к а производится тонкой стеклянной шкуркой, когда изделие окончательно высохнет. Этот способ позволяет срезать выпуклости, но не заполнять углубления, которые легче устраняются влажной губкой. Последняя «размывает» сыроватое изделие и несколько заполняет углубления шликероподобной массой.

П о л и р о в а н и е возможно главным образом в том случае, когда изделие не намечено декорировать. Оно создает не только приятную фактуру гладкой поверхности, но делает ее менее пористой, а после обжига — даже водонепроницаемой. Трудно назвать хорошо проверенный полирующий материал. Одни при полировании пользуются гладким кремнем (галькой), другие — агатом, а многие — просто ногтем, костью или пластмассой (см. гл. 2).

П о д р е з к а и **о б т а ч и в а н и е** являются неотъемлемыми операциями почти при всех способах изготовления изделий формованием.

Тщательная отделка свидетельствует о мастерстве керамиста-художника, однако она не может улучшить плохо задуманное в композиционном отношении изделие, а поэтому целесообразна только тогда, когда она дает соответствующий эффект.

Указанные выше работы рекомендуется выполнять с помощью мастера, так как некоторые ее этапы, например приготовление хорошего шликера или хорошей гипсовой формы, могут сперва показаться сложными и даже непосильными.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

СУШКА ИЗДЕЛИЙ

Изделие, сформованное в гипсовой форме, несмотря на то, что известная доля воды из него поглощается формой, еще слишком влажно, чтобы подвергаться обжигу.

Количество воды, которое надо удалить из изделия, колеблется в широких пределах, но так называемая остаточная влажность, при которой изделие во многих случаях направляется в обжиг, характеризуется 4—5%. Высушивание до абсолютно сухого состояния, особенно при массовом производстве, нерентабельно. Однако в условиях мастерских индивидуальные изделия, имеющие высокую художественную ценность, лучше высушивать до возможно меньшей остаточной влажности, чтобы при не совсем профессиональном обжиге они не «взорвались» в печи, повредив при этом рядом стоящие изделия.

При остаточной влажности 4—5% черепок приобретает обычно светлую окраску. Легкое давление ногтя почти не оставляет на его поверхности следов.

В небольших мастерских, типа учебно-гончарных, для сушки изделий можно использовать тепло остывающей обжиговой печи; поэтому около нее иногда располагают полки для сушки. В более оснащенных мастерских желательно иметь специально обогреваемые шкафы или сушильные камеры.

Изделие, которое сушилось лишь в атмосферных условиях, продолжительное время не высыхает до требуемой остаточной влажности, особенно в сыром климате или в сырую погоду. В этом случае температуру печи при обжиге на начальной его стадии надо повышать очень медленно.

Начинающему керамисту процесс сушки может показаться простым делом, однако именно из-за такого неверного представления возникают осложнения в процессе изготовления изделия (см. ниже и гл. 17).

1. Сокращение размеров

Оставленный даже на воздухе пластичный ком глины сокращается в своих размерах и часто при этом растрескивается. Наблюдения показывают, что основное сжатие такой глины происходит в интервале «пластичное состояние — кожетвердое состояние»; дальнейшее сокращение ее объема весьма незначительно.

При смачивании водой глинистая, пластинчатая по строению частица весьма энергично притягивает к себе воду, как бы обволакиваясь водяной пленкой. Последняя при скольжении частиц друг о друга образует своего рода «смазку», что приносит пользу в процессе формирования. Это определяет замечательное свойство глин набухать и проявлять ту или иную пластичность. Полная потеря водяных пленок в конце сушки ведет к дополнительному сокращению массы, что зависит от природных качеств глины.

При проектировании изделия надо учитывать линейное и объемное сокращение его размеров как при сушке, так и при обжиге.

Сокращение в результате сушки (усушка) по линейным размерам изделия определяется примерно 6—7%, а иногда и больше. В высокопластичные глины для уменьшения величин усушки и для облегчения процесса сушки (а также обжига) добавляют о т о щ а ю щ и е в е щ е с т в а, т. е. материалы, которые не сжимаются при высушивании: песок, шамот (обожженная глина) и др.

Можно создать массы, которые будут сокращаться при сушке всего лишь на 2—3%; это особенно важно для обеспечения точных размеров технической или крупной архитектурно-строительной керамики.

2. Деформации и трещины

Значительная и, особенно, неравномерная усушка всегда сопровождается так называемой деформацией изделия — короблением. Поскольку при сушке вода испаряется прежде всего с наружных слоев сырого изделия, то на ее место поступает вода из внутренних слоев. Если вода испаряется так, что ее уход с поверхности изделия все время соответственно пополняется изнутри, то сушка будет протекать нормально, без образования трещин. Если же вода с наружных слоев испарится слишком быстро, то степень влажности наружных и внутренних слоев окажется неодинаковой. Вследствие этого изделие будет усыхать неравномерно: наружные, менее влажные, слои сожмутся больше, чем внутренние.

При умеренной, но все же заметной разнице в усадке возникают напряжения, вызывающие лишь коробление, а при большой — трещины.

Степень однородности и зернистости рабочей массы оказывает большое влияние на равномерность переноса воды от внутренних слоев сырца к наружным. При плохом перемешивании рабочей массы вода в разных местах сырого изделия распределяется неравномерно и относительная отдача ее также неодинакова.

Сделать массу во всех отношениях однородной сравнительно легко, но даже при этом условии требуется умение, чтобы не допустить возникновения напряжений при сушке.

Для предотвращения деформации стремятся к тому, чтобы вся толща черепка в любой отрезок времени имела равномерную влажность.

Трудности при сушке возникают реже, когда толщина стенок изделия одинакова и чаще, — когда она различна.

В практике художника-керамиста чаще требуется замедление сушки, чем ее ускорение, поэтому поверхность изделия на известное время надо покрывать влажной тряпкой, или (неполностью)

малопроницаемым для влаги колпаком, или каким-либо пластиком. Края большой вазы или горшка (устье, шейку) удобно закрывать, например, алюминиевой фольгой, полиэтиленом и др. (рис. 44).



Рис. 44. Замедление сушки при помощи полиэтилена или фольги

Если выточенная на гончарном круге чаша сразу же сушилась в теплом месте, то она обычно образует расширяющуюся снизу вверх трещину (рис. 45) — почти неизбежную, если чаша стояла непосредственно на дне. Защищенное в процессе сушки дно будет высыхать значительно медленнее верхнего края. Сжатия верха (края) до кожетвердого состояния вполне достаточно, чтобы возникла трещина, если при этом дно почти не просохло и находилось в пластичном состоянии.

Трещина может образоваться и при соблюдении всех правил сушки, если при изготовлении изделия в некоторые места его была дополнительно вдавлена мягкая пластичная глина, когда соседние места уже «обвогли», т. е. приобрели кожетвердое состояние.

Во избежание трещин в местах присоединений ручек, носиков и т. п. они должны быть хорошо пригнаны к этим местам, чтобы склеивание осуществлялось тонким слоем жижеля.

При сушке больших кувшинов с ручками последние надо обернуть полоской бумаги или фольги (рис. 46), ибо в противном случае, высохнув первыми, они отвалятся или образуют трещины, когда само тело кувшина начнет заметно сокращаться.

Следует придерживаться оптимального правила: более крупные изделия сушить более медленно, приготовляя для них более тощие массы.

Часто возникают так называемые планочные трещины, появляющиеся тогда, когда сформованные изделия устанавливаются при сушке на деревянные планки. Если изделия чересчур тяжелы, а планки слишком узки, то последние частично врезаются в дно; делать же их более широкими нет смысла. В этом

случае рекомендуется посыпать планки песком или опилками слоем до 0,5 см.

Для высушивания и сохранения округлости форм изделий с широким отверстием можно применять гипсовые подставки в сочетании с гипсовыми косо обрезанными кольцами, если они накладываются сверху (рис. 47), или косо срезанными кружками, если изделие на них ставится «в опрокидку».



Рис. 45. Трещина, образовавшаяся при сушке, расширяется снизу вверх



Рис. 46. Ручка кувшина, обернутая плоской мокрой бумагой или фольгой

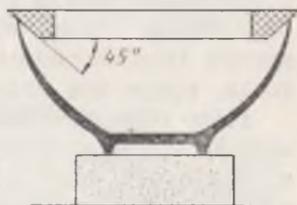


Рис. 47. Легкое гипсовое кольцо для сохранения округлости формы при сушке

Некоторые виды изделий начинают при сушке все же деформироваться. Тогда с помощью гладкой деревянной дощечки (правилки) или просто руками надо попытаться подправить их, если, конечно, они не стали уже хрупкими.

Сушку таких изделий, как плитки, можно производить на туго натянутой крупной сетке.

Следует заметить, что для обеспечения наиболее эффективного высушивания надо выбирать режим сушки, специфичный для каждого вида массы и габарита изделий. В производстве эти условия строго соблюдаются. Экономичное высушивание достигается благодаря рациональному устройству сушил и учету относительной влажности воздуха.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ДЕКОРИРОВАНИЕ СЫРЫХ ИЗДЕЛИЙ

В процессе работы с керамикой может возникнуть вопрос: если изделие приобрело приятную форму, то нужно ли его декорировать, не достаточно ли покрыть его лишь хорошей глазурью? Ответить на этот вопрос трудно. Однако даже для весьма совершенных форм и глазурей со временем хочется найти содержание, т. е. элементы декорирования.

Вдумчивого керамиста-художника декорирование приводит иногда к длительным поискам: что нужно декорировать и как декорировать? Эксперимент и критическое осмысливание задач искусства помогают найти правильный ответ. Неоспоримо, что назначение декорирования в керамике заключается в том, чтобы повысить значимость формы, сделать ее более содержательной, а вместе с тем и привлекательной. Но не надо слишком увлекаться той или иной техникой декорирования, оказавшейся, к примеру, легкой, но приводящей иногда к утрированию. Так, простые продольные или поперечные линии, нанесенные окрашенным шликером, могут повысить художественную ценность изделия, но это достигается лишь тогда, когда они оправданны и не «разбивают» форму.

Надо обладать большим практическим опытом в работе с керамикой, чтобы приобрести в ней настоящий художественный вкус и, пользуясь даже простыми методами, создавать хорошие вещи, достигая в них слияния декора с формой, а не расчленения. Важно убедиться в том, что выполненные из глины изделия имеют своеобразные качества, т. е. исходные качества пластичного материала, который диктует и вид декорирования и делает один вид более подходящим, чем другой.

Факторы, влияющие на выбор способа декорирования, разнообразны, но больше внимания заслуживают те из них, которые проистекают от народных традиций. Однако простое повторение форм и рисуночных мотивов прошлого, как бы хороши они не были, далеко не достаточно для керамики сегодняшнего дня, ибо изделия будут находиться среди людей и общества, их создавших; поэтому при отражении современной эпохи современными достижениями реалистического искусства они должны отражать и мироощущение автора.

Изучение керамических изделий в музеях научит понимать дух наследия прошлого. С возрастанием опыта студент-художник станет правильно осмысливать и современные задачи декорирования. Снобическое игнорирование прошлого и чрезмерное стремление к чему-то оригинальному без изучения старого приводит некоторых начинающих художников к абстракционизму, проистекающему не столько от пресыщенности, сколько от несостоятельности в искусстве. Надо развивать в себе способность получать пользу как от эстетических и технических достижений прошлого, так и от изучения искусства и техники керамики наших дней.

Хорошие изделия прикладного искусства вообще, а керамики, в частности, почти всегда объединяют в себе функциональную роль и эстетическую ценность. Создавая керамическое изделие, не следует забывать и о том, что оно может быть взаимосвязано с современной архитектурой, скульптурой, живописью и многими видами интерьера.

На первоначальном этапе изучения керамики мы можем говорить лишь о весьма простых способах украшения и главным образом о техническом освоении декорирования.

Описание более сложных способов декорирования приведено в двадцатой главе. В настоящей же главе мы опишем лишь несколько простых методов, осуществляемых до обжига.

Сформованное изделие обычно подвергается предобжиговой сушке, обжигу, а затем декорированию. Но иногда его декорируют и по сырому черепку, который может находиться в различных стадиях влажности. Во-первых, сама глинистая масса может быть подвергнута текстурной и цветовой обработке до формования из нее изделия. Во-вторых, черепок уже сформованного изделия может декорироваться, находясь в пластичном, кожетвердом и почти сухом состоянии.

1. Глинистая масса до формования

Текстурные эффекты могут достигаться путем неполного предварительного смешивания близких по свойствам, но различных по окраске глин, что увеличивает разнообразие цвета и текстуры черепка изделия. Кроме того, к глинистой массе могут быть добавлены красящие окислы или минеральные красящие соединения. Наиболее распространенными и довольно дешевыми материалами, применяемыми для этой цели, являются окись железа, окись хрома и двуокись марганца (пиролюзит).

Окрашивающие соединения лучше всего, смешав с водой в виде суспензии, пропустить через тонкое сито, а затем добавлять к массе.

Так как двуокись марганца довольно легко отщепляет при нагреве кислород, то добавка ее в массу не должна превышать 6—7%. В противном случае масса может образовать вздутие при обжиге.

Для получения своеобразной текстуры и одновременно для уменьшения сжатий в результате сушки и обжига в массу добавляют различного вида шамот, а иногда песок.

Шамот изготавливают обычно путем высокого обжига огнеупорной глины, которая затем измельчается. Но его можно приготовить, обжигая глину, предназначенную для формования изделий, даже если она не столь огнеупорна, а, скажем, тугоплавка или легкоплавка (см. гл. 12). Используют также и капсельный «бой» («краевку»), т. е. отход, собираемый на керамических заводах, или «бой» огнеупорного шамотного кирпича, имеющие в основном серовато-кремовую окраску.

Для получения темного шамота можно использовать «бой» строительного красного кирпича, легко поддающийся дроблению. Желательно, чтобы дробленый шамот был дополнительно обожжен до темно-коричневого цвета при температуре 1050-1100°C.

Добавление в качестве отощающего и офактуривающего материала крупнозернистого, обычно загрязненного песка не всегда приносит пользу. Содержание в нем окрашивающих природных соединений, хотя и обеспечивает подцветку массы, но возможное

присутствие известняковых или гипсовых включений осложняет работу. Дело в том, что такие включения после обжига поглощают влагу из воздуха и сильно расширяются, поэтому крупные включения их могут привести к возникновению сколов и выбоин в черепке. Если изделие обжигалось сразу с глазурью, нанесенной на сырой черепок, то известняк соединится с ней в стеклообразную массу, что уменьшит указанную опасность.

Во всех случаях лучше добавлять различной крупности шамот, чем малоизвестный по составу песок.

2. Черепок в пластичном состоянии

Сырое, только что сформованное изделие может декорироваться сравнительно ограниченным числом способом. Но следы от рук, оставленные на изделии при изготовлении его на вращающемся круге, сами по себе могут служить своеобразным художественным декором, подчас значительно лучшим, чем плохо продуманный орнамент. Известная характерность и художественная ценность присущи изделиям, сделанным, например, с помощью только колец или спиралей (см. гл. 1).

Эффектным декором может служить текстурная орнаментика, выполненная в известном ритме на мягком черепке лишь давлением пальцев. Этим приемом подчеркивается уникальное качество глины — ее пластичность. Эффект повышается, когда изделие глазуровано и глазурь как бы собирает сделанный узор в одно целое.

Специальным штампом, вдавливая его в сырое изделие, можно создавать весьма декоративные вещи. Этот способ, по-видимому, был самым распространенным в древности; он не потерял художественного значения и в наши дни.

Из таких материалов, как дерево, резина (стиральная резинка) или глина, обожженная «на бисквит», можно сделать негативный штамп. Вжимая его с определенной последовательностью в тело еще пластичного изделия, создают тот или иной рисунок. Очень удобно пользоваться этим методом, если штамп выполнить в виде ролика с осью и ручкой, которым можно накатывать рельеф.

3. Черепок в кожетвердом состоянии

Наиболее удобно для декорирования кожетвердое состояние черепка, так как конфигурация и размеры формы уже определены, а его механическая прочность уже достаточна для манипуляций с ним без повреждений.

Для декорирования нужно иметь набор примитивных режущих и полировальных инструментов, в качестве которых используют старые зубоорубочные инструменты, проволоку, дерево, гвозди, насаженные на ручку, стеки и т. п. Для полирования применяют инструменты из кости или агата.

Гравирование. Удобным инструментом для гравирования является тонкая и узкая петля из проволоки, насаженная на ручку. В сочетании с каким-либо иным плоским режущим инструментом гравировальная техника позволяет осуществить многие композиционные замыслы (рис. 48).

Процарапывание. Линейный рисунок можно нанести любым остроконечным инструментом. Процарапанные линии заполняют с помощью кисти густым окрашенным шликером, а после подсыхания избыток его соскребавают заподлицо с поверхностью.

Ангобирование. Ангоб до нанесения на изделие — это шликерная (текучая) глинистая масса. Если хотят, чтобы после обжига поверхность черепка приобрела иной цвет, чем тот, который может дать масса, пошедшая на изготовление тела изделия, то на него наносят тонкий слой ангоба. Добавками к глине могут служить песок, мел и др. (см. гл. 20).

В низкоспекающиеся ангобы (флюсные) добавляют оконное стекло, иногда другие плавни (сурик, соду), а для усиления кроющей способности, особенно высокожгущихся ангобов, — окись цинка и др. Для окраски прибавляют красящие окислы и иные красители.

Довольно простой белый ангоб на воде может состоять из 37% белой глины (часовъярской), 26% мела и 37% кварцевого песка.

Для получения зеленого ангоба можно прибавить от 0,5 до 3% окиси хрома (меди), синего — 1—2% окиси кобальта, желтого — 2—8% окиси сурьмы.

Если по окрашенному ангобу в дальнейшем будет нанесена бесцветная прозрачная глазурь, то на его оттенок будет влиять химический состав глазури. Важно, чтобы красители были тщательно смешаны с ангобной массой и находились в тонкодисперсном состоянии. Водная суспензия ангоба должна иметь густоту сливок и быть предварительно опробована в работе. Если отдельные пробы покажут, что сокращение ангоба от сушки больше, чем сокращение черепка, т. е. ангоб трескается, то можно добавить к нему тонкий песок, а если сокращение черепка больше, — то глину.

Весьма неравномерное увеличение влажности в каком-либо месте черепка в результате нанесения ангоба приведет к тому, что он треснет. Слой ангоба отскакивает уже при сушке, если черепок перед ангобированием был слишком сухим.

Нанесение ангобного шликера может быть осуществлено кистью (рис. 49), поливом или пульверизатором. Перед нанесением ангоба черепок надо слегка протереть отжатой, но влажной губкой. Если



Рис. 48. Гравирование проволочной петлей

черепок имеет толстые стенки, то после подсушивания его сразу можно глазуровать. Тонкостенное изделие лучше предварительно обжечь «на утель» (см. гл. 6), так как без этого оно может разомкнуть под действием суспензии глазури и деформироваться.

Создание цветных ангобных рисунков (рис. 50) требует солидного мастерства в работе кистью. Она должна быть мягкой, но упругой (эластичной). По высыхании рисунок можно подчистить острым конечным ножом или другим металлическим инструментом. Окрашенный для данной техники шликер называют **барботином**.

Ангобирование является старинным, но и сейчас еще распространенным видом декорирования.



Рис. 49. Ангобирование кистью

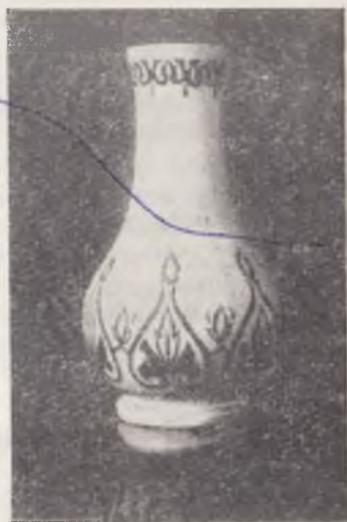


Рис. 50. Ангобный рисунок, покрытый прозрачной глазурью

Сграффито. Эта техника осуществляется путем процарапывания рисунка острым инструментом сквозь подсушенный ангоб до весьма контрастного выявления основного цвета черепка (рис. 51). После этого изделие, если оно имеет толстые стенки, можно покрыть глазурью.

Резьба. Резьба делается более глубоко, чем сграффито или гравирование, и заливается окрашенным ангобом (рис. 52).

Мраморизация. Методов мраморизации или подобных ей много (см. гл. 20). Один из методов заключается в том, что в разные места наносят пятнами несколько окрашенных шликеров, причем пятна можно смешать с небольшим наплывом одного на другое, легко наклоняя изделие в разные стороны, сразу же после нанесения пятен, пока шликер не впитался в массу. Этому может содействовать большая мягкая кисть или щетка (рис. 53).

Пастилаж. Данный способ похож на декорирование торта сахарной глазурью. Он дает хорошо заметный рельеф. Весьма рас-

пространенный в старину в кустарных промыслах Украины, этот способ широко применяется там и в настоящее время.

Способ заключается в следующем. В резиновую грушу вставляют оттянутую с одного конца стеклянную трубочку (или гусиное перо). Кончик сжатой груши окунают в шликер (ангоб) и набирают его. При соприкосновении с сырой



Рис. 51. Сграффито — процарапывание рисунка через слой ангоба



Рис. 52. Резьба — глубокое гравирование остро-режущим инструментом

поверхностью черепка белый или окрашенный шликер оставляет рельефный след, который и образует рисунок, если равномерно проводить грушей по поверхности изделия.



Рис. 53. Один из методов мраморизации



Рис. 54. Нанесение ангоба грушей (пастилаж)

В качестве импровизированного т р е й с е р а (от английского trace — след) можно использовать плотную бумагу, сложенную футиком. Применяют также простой рожок с наконечником. Черепок не должен быть слишком сухим, ибо в противном случае след от трейсера может отвалиться (рис. 54).

Если изделие (тело вращения) поставить на гончарный круг и во время вращения его приложить кончик груши к изделию, то получится ровная круговая линия. Более широкий ободок (отводку) можно получить, если кончик трубочки понемногу, но часто, двигать вверх и вниз.

4. Черепок в сухом состоянии

Некоторые виды декорирования, такие как гравирование, процарапывание, сграффито, могут быть исполнены и тогда, когда черепок почти сухой. Однако по сухому черепку выполнять их труднее, а главное, труднее исправлять возможные повреждения.

Декорирование с защитой воском — резерваж.* В пчелиный воск добавляют скипидар, а затем смесь нагревают до растворения. С помощью кисти воск наносят на те места, которые не подлежат декорированию и должны быть защищены от краски. Для закрашивания мест, не покрытых воском, применяют водные суспензии красящих окислов или иных красителей. Сухой черепок довольно хорошо впитывает (абсорбирует) краски, которые не сбегает вниз.

Если применить слишком водянистую краску и притом на тонком черепке, то изделие может дать трещину. Применение слишком большого количества красящего вещества с малым содержанием воды может оказаться вредным, так как снизит прочность приставания глазури. Большое количество двуокиси марганца, а иногда и меди приводит к вспучиванию глазурного покрова.

По сухому черепку на места, покрытые воском, можно дополнительно нанести сграффитовый рисунок. Краской закрывают все места, не защищенные воском. При обжиге он полностью выгорит.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ОБЖИГ

При изготовлении, например, твердого фарфора первый обжиг (утельный) производится при низкой температуре, а второй (политой) — при более высокой. А фаянс сперва обжигают при высокой температуре до приобретения окончательной прочности и созревания черепка, а затем — при более низкой температуре. Это связано со степенью плавкости используемых глазурей и способом декорирования. Во втором случае применяется сравнительно легкоплавкая глазурь.

* От слова «резерв»; в данном случае — оставленные нетронутыми защищенные части поверхности предмета при его декорировании.

Толстостенные изделия глазуруют обычно по необожженному черепку и обжигают за один прием; при этом меньше опасность размокания и деформации изделия от действия водной суспензии глазури.

Двукратный обжиг значительно повышает стоимость изделия. Чтобы избежать его при изготовлении, например, гончарного товара, старые мастера обычно не поливали сырые изделия, а «припудривали» их тонким порошком сухой глазури. Для тех же целей применяли смесь столярного клея с уксусной кислотой, которой предварительно поливали сырое изделие (см. гл. 8). Гончары иногда разводили сухую глазурь на березовом дегте с керосином, смесь которых не дает размокать сырým изделиям.

В настоящее время установлено, что введение в некоторые керамические массы глины Трошковского месторождения (см. гл. 12) дает почти неразмокаемый черепок. Найдены также и другие, органические добавки.

Так как вопрос об однократном обжиге еще окончательно не разрешен для всей керамической промышленности, то в дальнейшем описании мы будем иметь в виду схему двукратного обжига (фарфор, фаянс и иногда майолика).

Из всего длительного процесса изготовления керамики обжиг является завершающей операцией, позволяющей оценить уровень квалификации керамиста. Неряшливая работа обязательно отрицательно скажется при обжиге. Многое зависит, конечно, и от качества печей, и от горновщика, который должен знать возможности своей печи, но плодотворно это скажется опять-таки лишь тогда, когда изделие хорошо подготовлено к обжигу.

Печи, используемые как на производстве, так и в учебных целях, весьма разнообразны и по габаритам, и по способам нагрева. Их можно разделить на пламенные и муфельные (см. гл. 21).

В пламенных печах изделия соприкасаются при обжиге с пламенем, но обычно многие виды изделий защищают от него, помещая их в огнеупорные короба (капсели).

В муфельных печах изделия всегда находятся в закрытых от пламени или нагревателя рабочих пространствах (муфельях).

Производственная классификация печей более сложна.

1. Загрузка и некоторые процессы при обжиге (возникновение пористости и усадки)

Загрузка. Загрузку (садку) изделий в печь надо производить таким образом, чтобы как можно полнее использовать объем рабочей камеры, лучше всего — по плану. Такое планирование особенно экономически важно для производственного обжига.

В учебных мастерских рекомендуется производить предварительное размещение изделий на специальном столе. При этом каждый раз следует определять количество и высоту стоек, поддержи-

вающих поэтажные полки, ибо здесь ассортимент изделий часто меняется.

Плотность садки неглазурованных изделий обычно выше, чем глазурованных.

Садка изделий должна быть устойчивой, чтобы не произошел завал во время обжига, и в то же время хорошо проницаемой для газов, ибо в противном случае будет наблюдаться то недожог, то пережог (последний — там, где движение газов слишком интенсивно). Вместе с тем надо стремиться к тому, чтобы не закрывать изделиями («товаром») подовые отверстия горна, в которые поступают отходящие газы. Вниз следует ставить тяжелый товар, а чем выше, — тем более легкий.



Рис. 55. Возможная садка изделий, обжигаемых на утель

При утельном обжиге загружаемые изделия (неглазурованный товар) могут соприкасаться друг с другом без особого вреда; при этом меньшую по емкости посуду можно даже ставить в большую (рис. 55), оставляя места для циркуляции газов. Плитки устанавливают на ребро или друг на друга, если они имеют толстый черепок; в последнем случае плитку от плитки можно изолировать огнеупорными прокладками по углам. Большие плоские и толстостенные чаши лучше обжигать вверх дном на огнеупорной полке, а тонкие небольшие

чашки — тоже вверх дном, но на специальных сырых дисках (бомзах), чтобы избежать даже незначительной деформации по окружности.

Так как первый обжиг изделий из мягкого фарфора (см. гл. 14) идет при сравнительно высокой температуре ($\sim 1200^{\circ}\text{C}$ и выше), то для таких сильно остекловывающихся изделий надо делать огнеупорные кожухи, соответствующие конфигурации предмета, или устанавливать огнеупорные подпорки. Первый обжиг твердого фарфора идет при невысокой температуре ($800\text{--}900^{\circ}\text{C}$) и больших осложнений в отношении деформации не создает. То же относится к майолике и гончарному товару.

При использовании огнеупорных (шамотных) стоек их надо размещать в печи так, чтобы они не занимали слишком много места. Центральная стойка должна поддерживать по крайней мере две полки. Толстые полки, * если они не очень велики, обычно не нуждаются в центральных стойках.

* Полки желательно покрывать составом: 90% глинозема + 10% каолина или 50% кварца + 50% каолина по объему.

Загруженный товар не должен находиться ближе чем на 2—3 см от нагревательных элементов или стенок муфельной печи, ибо из-за слишком близкого размещения к ним на изделии может образоваться пережженное место или оно может даже деформироваться, как показано на рис. 56.

Перед садкой изделий в печь нужно обязательно осмотреть нагревательные элементы, что сравнительно легко сделать, если они открытые. Витки проволоки или ленты не должны соприкасаться друг с другом, ибо в противном случае они будут сильно перегреваться и очень скоро выйдут из строя.

Если для контроля обжига используется термопара (см. ниже), то надо следить за тем, чтобы она не соприкасалась с изделиями и полками. Концы термопары размещают не ближе чем на 2—3 см от них.

По окончании садки в печи горнового типа загрузочное окно замуровывают, закладывая две стенки в полкирпича и оставляя между ними расстояние в 100—150 мм, или кладут один полный кирпич на ложок. Во избежание подсосывания холодного воздуха кирпичи обильно промазывают тощим составом из огнеупорной глины с песком или шамотом.

Для наблюдений за процессом оставляют смотровые отверстия, которые в течение первых двух-трех часов обжига должны быть открыты. В электрических муфельных печах на то же время оставляют открытым «глазок» или неплотно закрывают дверцу. Это необходимо для того, чтобы удалить из печной атмосферы влагу, которая содержится даже в высушенном товаре как гигроскопическая.

Некоторые общие вопросы обжига. Процессам обжига посвящена специальная наука — физико-химия силикатов, одним из основных разделов которой является изучение реакций, протекающих при обжиге.

По мере нагрева глинистой массы из нее в первую очередь будет улетучиваться оставшаяся после сушки вода, связанная с частицами глины в основном физическими силами. Затем (при 300—400°С) начнут обугливаться и сгорать органические примеси, а при дальнейшем повышении температуры станут разлагаться углекислые соединения — карбонаты, например по реакции: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Они почти всегда содержатся в глине или в искусственно составленной глинистой массе. Еще до окончательного разложения карбонатов параллельно начнет выделяться вода, связанная с каолинитом химическими силами, т. е. вода, присущая собственно глинистому веществу (каолиниту и др.). Каолинит имеет химическую формулу $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; он может входить в состав каолина,

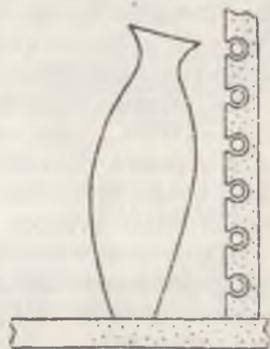


Рис. 56. Деформация изделия из-за слишком близкого размещения его к нагревателю

из которого вода не удаляется при 100°C, а требует для этого более высоких температур — порядка 500—600°C и выше (вода выделяется тем раньше, чем медленнее протекает нагрев).

По мере разложения карбонатов и улетучивания всей воды тело черепка частично спекается, приближаясь к камневидному состоянию. По мере приближения к температуре созревания черепка, которая для разных масс различна (для гончарных и майоликовых — около 1000—1050°C), некоторые составляющие массу компоненты образуют в черепке определенное количество стеклообразных новообразований. Эта стеклообразная часть по своему действию подобна клею или цементу. При охлаждении она соединяет частицы массы в единое целое, придавая прочность изделию. В результате обожженные изделия дополнительно сокращаются в размерах, так как частицы массы еще больше сближаются между собой. Весьма сильно сокращаются массы, содержащие большое количество плавней (флюсов), как, например, массы так называемого мягкого фарфора.

Обычный твердый фарфор, обжигаемый при втором обжиге до 1350—1400°C, дает вместе с сушкой линейное сокращение на 13—14% и более. Другие массы, например многшамотные (строительные), сокращаются меньше. Это зависит и от первоначального количества воды в массе.

Даже незначительная на первый взгляд деформация, возникшая при формовании или допущенная при высушивании изделия, гораздо сильнее проявится при обжиге и будет особенно заметной на плоских изделиях.

В зависимости от степени и температуры («высоты») обжига изменяется одно из важных состояний черепка — **п о р и с т о с т ь**. Разрабатывая тот или иной режим обжига, необходимо знать конечную пористость черепка, чтобы в зависимости от нее правильно разработать затем методы глазурования, декорирования и др.

Пористость черепка. Пористость условилсь характеризовать в о д о п о г л о щ е н и е м, т. е. способностью обожженного черепка поглощать при его погружении в воду то или иное ее количество, которое выражают в процентах.

Берут небольшой, весом 50 г, кусок черепка, опускают в воду и, чтобы возможно полнее вытеснить воздух, кипятят его определенное время (2—4 ч). После этого выдерживают образец в охлажденной воде в течение часа.

Если после насыщения водой указанный образец стал весить, скажем, 56,4 г, то пористость его составит:

$$\frac{56,4 \cdot 100}{50} = 11,3\%.$$

Водопоглощение, например, свыше 12—13% свидетельствует о том, что изделие будет заметно пропускать воду, если оно не глазуровано. А фарфор после второго обжига имеет черепок с пористостью, близкой к нулю, и поэтому, даже не глазурованный, обычно не пропускает воду.

Воздушная, общая и огневая усадки масс. Воздушную и общую (воздушная + огневая) усадки масс выражают в процентах от начальной длины свежееотформованного образца, находящегося в пластичном состоянии.

Под огневой линейной усадкой подразумевают изменение линейных размеров сухого образца под влиянием обжига; ее выражают обычно также в процентах, но от длины высушенного образца.

Из раскатанной скалкой пластичной массы, помещенной в деревянную рамку высотой 8 мм, вырезают металлической квадратной формочкой пять плиток размером 50 × 50 × 8 мм и раскладывают их на покрытом тонкой бумагой стекле. Острыми концами штангенциркуля в направлении двух диагоналей ставят на плитках метки, вдавливая их на 2—3 мм на расстоянии 50 мм (рис. 57).



Рис. 57. Размеры и разметка плитки для определения усадки

После высушивания образцов замеряют штангенциркулем новое расстояние между метками на каждом из пяти образцов и вычисляют среднее из них. Если первоначальное расстояние между метками было 50 мм, а после высушивания до воздушно-сухого состояния стало равным в среднем 45,9 мм, то процент воздушной усадки (усушки) будет:

$$\frac{(50 - 45,90) \cdot 100}{50} = 8,2\%.$$

Определение общей усадки производят на тех же образцах, на которых определялась воздушная усадка. Одновременно наблюдают возможное появление трещин и деформации. Если расстояние между метками на образце стало в среднем равным 44,00 мм, то общая усадка составит:

$$\frac{(50 - 44,00) \cdot 100}{50} = 12,0\%.$$

Можно рассчитать отдельно огневую усадку:

$$\frac{(45,90 - 44,00) \cdot 100}{45,90} = 4,14\%.$$

Отметим, что общая усадка арифметически не совсем равна сумме воздушной и огневой усадок из-за определенной зависимости между этими тремя величинами.

2. О режиме обжига

Предварительный нагрев. Вначале температуру обжига повышают медленно. В первые два-три часа (досушка) образующиеся из-за наличия в изделиях остаточной влажности пары воды должны свободно выходить через смотровые или другие отверстия горна.

Чтобы проверить, имеется ли еще влага в печи, нужно ненадолго наполовину закрыть холодной заглушкой смотровое отверстие, и если на наружной стороне заглушки сконденсируется капля воды, то печь не следует окончательно замазывать. Температуру печи стараются не поднимать выше 150—200°C, пока не исчезнет влага. Но при слишком медленном подъеме огня, особенно в больших производственных печах, образуется много копоти и влаги. Последняя конденсируется на далеко расположенных от топки изделиях. Вода частично «растворяет» зольный налет на них, а «раствор» впитывается черепком и портит его. В дальнейшем зольные щелочи соединяются с черепком, образуя пятна, которые влияют на прочность сцепления глазури с черепком после глазурного обжига.

Время, потребное для предварительного нагрева, зависит не только от влажности изделий, но и от размеров печи. Для объема печи с рабочим пространством в 1—2 м³ оно не превышает 3 ч. Обжиг до 900—1000°C должен занять 8—10 ч без охлаждения. (Уже внедряются печи с уфельным обжигом в течение 2,5—3 ч).

Подъем температуры и выдержка. После предварительного нагрева можно уже быстрее повышать температуру до 300—500°C. Однако при достижении температуры 600°C следует соблюдать осторожность, так как при слишком быстром нагреве даже совершенно высушенных изделий они могут разорваться из-за слишком большого давления паров воды, образующихся в результате диссоциации глинистого вещества, о чем упоминалось выше. При температуре около 600°C пары начинают выделяться интенсивно. Кроме того, примерно при этой температуре резко расширяется кварц (см. гл. 11).

При предварительном нагреве температуру можно повышать в среднем на 50°C, а затем скорость подъема можно довести до 100°C в час, осуществляя его весьма равномерно, часто подбрасывая топливо в печь. Все отверстия в этот период обжига должны быть закрыты или замазаны, а поддувало в горне открыто.

Если используется электрическая печь с проволочными нагревателями, не имеющая достаточно хорошего регулирования нагрева, то надо приспособливаться к печи и, к сожалению, «следовать» за нею, что, конечно, отражается на результатах обжига. Перед окончанием обжига скорость повышения температуры должна быть снижена, чтобы нагрев по всему рабочему пространству камеры стал равномерным.

В электрических печах подовая секция по степени нагрева может несколько отставать от верхней. В таких случаях при выдержке, выключив верхнюю секцию, можно некоторое время дополнительно держать на накале под.

В больших газовых печах нагрев отдельных мест может повышаться даже тогда, когда подача топлива прекращена и тяга закрыта, так как кладка близ топочных мест нагревается сильнее и она продолжает отдавать тепло излучением. Температурные перепады, т. е. разница в степени нагрева отдельных мест печи, особенно заметны между сводом и подом. В удаленных от

топок местах нередко образуются так называемые «мешки», в которых движение газов слишком замедленно.

Температурные перепады между сводом и подом весьма заметны в горнах. Если эксплуатируется печь с обратным пламенем (см. гл. 21), то газы, идущие вниз к подовым отверстиям, успевают отдавать значительную часть своего тепла изделиям, расположенным сверху, а на под (основание камеры) падают значительно охлажденные.

В силу указанного выдержка при конечной температуре является необходимым условием почти для каждого рода печи и вида изделий. Для обычного утельного обжига в зависимости от печи достаточно выдержка в течение одного-двух часов, а иногда много меньше. После этого наступает период охлаждения.

Охлаждение печи. Чтобы избежать образования трещин, изделия надо охлаждать по возможности медленно. К тому же, износ печи значительно уменьшается, если охлаждение («студка») длится приблизительно такое же время, что и нагрев. Но это не всегда практикуется, так как черепок, например утельный, в известных интервалах температур может выдержать довольно усиленное и принудительное охлаждение, если оно сравнительно равномерно.

В одних случаях, прекращая подачу топлива, закрывают дверцы топки и поддувала и даже прикрывают шибер, в других — оставляют дверцы полуоткрытыми, а иногда, в определенный период, нагнетают подогретый воздух (в больших печах).

Во всех случаях надо твердо придерживаться правила: охлаждение в первые часы должно быть замедленным, пока температура не снизится до 450—400°C. Этот период называют *з а к а л о м* или *т о м л е н и е м*. При такой температуре цвет накала черепка становится весьма темным.

В малых лабораторных печах, например электрических, в которых охлаждение наступает почти сразу же после отключения их от сети, можно замедлить охлаждение, вновь подключая их на определенный период.

Особенно важно медленно охлаждать большие изделия и скульптурные произведения. При этом лучше совсем не открывать дверь печи до тех пор, пока температура не снизится по крайней мере до 220—200°C, а затем не открывать ее полностью; выгрузку *не рекомендуется* производить, пока температура не снизится до 120—100°C. Лучше всего разгружать печь при температуре изделий 50—60°C. Эта предосторожность имеет еще большее значение для глазурованных изделий.

3. Контроль обжига

Визуальное определение температуры. При известном опыте по цвету накала печной футеровки можно визуально (на глаз) с некоторым приближением определить температуру в печи:

Темно-красное каление	600—700° С
Начало вишневого	800° С
Вишнево-красное	900° С
Ярко-вишневое	1000° С
Темно-оранжевое	1100° С
Светло-оранжевое	1200° С
Начало белого	1300° С
Белое	1400° С

Определению состояния обжигаемых изделий в разные периоды обжига помогает установка нескольких пробников — небольших чашечек, в которых с боков сделаны отверстия для выемки их железным крючком. Эти пробники изготовляют из той же массы, что и обжигаемые изделия, и устанавливают против смотровых окошек печи.

Определение температуры с помощью пироскопов. Более надежно температура и состояние изделий определяются с помощью п и р о с к о п о в — конусных пирамидок из специальных керамических масс. Для керамики они

изготавливаются двух стандартных типов: большие и малые. Пироскопы удобны для фиксирования конечной температуры нагрева и некоторых критических точек кривой обжига. Остывание печи они не контролируют.

На каждом пироскопе имеется номер. Практически к номерному числу почти всегда следует прибавить нуль (умножить

Рис. 58. Пироскопы, вдавленные в кусок сырой шамотной массы (в колодку)

на 10), чтобы найти его температуру падения. Например, пироскоп с номером 102 соответствует температуре 1020°С (см. гл. 21).

К недостаткам пироскопов относится то, что температура их падения в некоторой степени зависит от скорости подъема температуры, а также от газовой среды. Следует учитывать, что чем быстрее идет нагрев, тем выше температура падения пироскопа против номинальной. Несмотря на недостатки, пироскопы удобны тем, что они показывают «рабочий» нагрев печи и загрузки, так как изготовлены почти из тех же материалов, что и многие изделия. С помощью пироскопов можно определять температуру с точностью $\pm 20^\circ\text{C}$.

В большинстве случаев метод использования пироскопов состоит в подборе трех конусных пирамидок (конусов), температура полного размягчения которых близка к контролируемой температуре. Например, если конечная температура контролируется пироскопом № 102 (1020°С), то в сырой кусок из огнеупорной шамотной массы (колодку) перпендикулярно ребру заделывают нижним основанием еще два пироскопа № 100 (1000°С) и № 104 (1040°С), как показано на рис. 58. Эту серию пироскопов ставят при загрузке печи в места

против смотровых отверстий, но так, чтобы на них не попадали летучая зола и острое пламя. Как только вершина пироскопа коснется подставки, т. е. изогнется на 180° , то это будет соответствовать номинальной температуре падения конуса. Если упал пироскоп № 100, то обжигальщику следует ожидать падения пироскопа № 102 и в соответствии с этим резко изменить режим нагрева печи, готовясь к выдержке. Нормальное падение пироскопа № 104 обозначает перегрев печи, а полное его падение на подставку — дополнительный перегрев на $10\text{--}15^\circ\text{C}$.

В больших печах пироскопы следует ставить в центре печи, а для контроля температурных перепадов их дополнительно устанавливают навесом наверху и внизу. При низких температурах восстановительного обжига (печная среда с недостатком кислорода) желательнее иметь специальные пироскопы, на состав которых восстановительная среда не действует.

Пирометрическое определение температуры с помощью термоэлемента.

Если спаять концы двух металлических проволок того или иного диаметра, сделанных, например, из железа и константана ($40\% \text{Ni} + 60\% \text{Cu}$), и нагреть один из спаев (рис. 59), то в такой цепи возникает электрический ток. Его можно обнаружить чувствительным гальванометром (милливольтметром), присоединив к нему концы так называемой т е р м о п а р ы.

Величина возникающей э. д. с. зависит от разности температур горячего и холодного концов термопары и увеличивается с ростом разности температур. Но э. д. с. зависит не только от этой разности, а и от рода металлов, входящих в термопару. Например, термо-э. д. с. от термопары константан — железо при температурах спаев 0 и 100°C будет $0,0053 \text{ в}$, а от термопары платина — платинородий ($90\% \text{ платины} + 10\% \text{ родия}$) — $0,001 \text{ в}$.

Отечественная промышленность выпускает разного типа термопары: ПП (платина — платинородий), ХА (хромель — алюмель), ХК (хромель — копель) и др.

В первом приближении термо-э. д. с. различных термоэлементов пропорциональны разности температур нагретого и холодного спаев. Зависимость э. д. с. термоэлемента от разности температур спаев позволяет применять его для измерения как низких, так и высоких температур с весьма большой точностью.

Чтобы предотвратить замыкание двух проволок, одну из них или обе изолируют фарфоровыми «бусинами», а снаружи надевают фарфоровую трубку (чехол), что защищает термопару от прямого соприкосновения с пламенем.

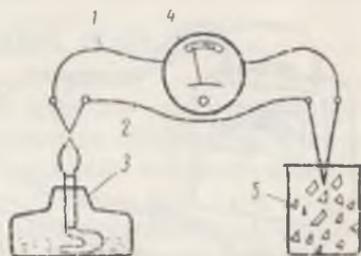


Рис. 59. Термоэлемент

- 1 — константановая проволока;
2 — железная проволока; 3 — нагрев;
4 — гальванометр; 5 — лед для поддержания постоянства температуры второго спаев.

Термопарой хромель — копель можно измерять температуру до 600°C при длительной работе, а кратковременно — до 800—900°C с точностью 1—2°C. Платино-платинородиевой термопарой измеряют температуру до 1600 °C, но если она не имеет чехла, то для длительной эксплуатации применять ее выше 1300—1350°C не следует. Она становится механически менее прочной и хрупкой, особенно, если попадает в восстановительную атмосферу печи. Показания ее становятся неправильными.

Шкала милливольтметра градуируется как в милливольтгах, так соответственно и в градусах Цельсия (рис. 60).

Контроль термопарой. Для контроля режима обжига одну или несколько термопар (в разные места печи) вставляют через отверстие в стенке или своде печи. При точных измерениях необходимо вводить

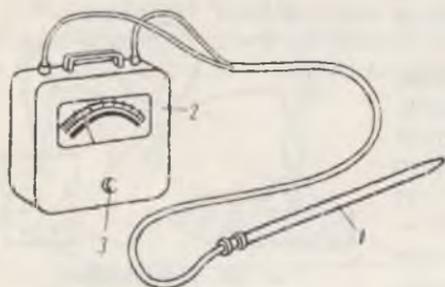


Рис. 60. Термопара в сборе

1 — термопара в чехле; 2 — милливольтметр; 3 — регулировочный винт

поправку в показания гальванометра, если температура холодного спая отличается от температуры его градуирования. Последнее осуществляют при 20°C. Например, если замеренная температура будет прочтена как 1200°C, то к ней следует прибавить сумму температур: окружающей среды холодных концов термопары (скажем, 15°C) и температуру градуирования (20°C), умноженную на поправочный коэффициент, который колеблется в зависимости от

диапазона измеряемых температур и от металлов, примененных в термопаре.

Для платино-платинородиевой термопары поправочный коэффициент равен: 0,65 при 225—450°C; 0,60 — при 450—650°C; 0,55 — при 650—1000°C и 0,50 — при 1000—1450°C.

Таким образом, истинная температура будет:

$$1200 + (15 + 20) \cdot 0,50 = 1218^\circ\text{C}.$$

Как видим, разница весьма значительна.

Из печи термопару выводят постепенно. Треснувший чехол надо заменить, так как через трещину будет воздействовать газовая среда, и термопара может быстро выйти из строя.

Если для контроля используются одновременно пироскопы и термопара, то желательно их показания сверить заранее. На большинстве милливольтметров имеется регулировочный винт.

Газовая среда в печи. Газовая среда (атмосфера) может быть восстановительной, нейтральной и окислительной, что создается регулированием притока воздуха (кислорода) в печь (см. гл. 9).

В зависимости от состояния газовой среды в печи весьма изменяются свойства черепка и глазурей, а также их конечный внешний вид.

В промышленности специальным газоанализатором определяют наличие в печной среде двуокси углерода (CO_2), окиси углерода (CO) и кислорода (O_2).

Обжиг на угель, как правило, идет в окислительной среде и специального контроля атмосферы не требует.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ДЕКОРИРОВАНИЕ УТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Полученные после утельного обжига изделия можно декорировать специальными подглазурными красками, ангобировать, инкрустировать и т. д. Декор покрывают прозрачной или полупрозрачной глазурью и подвергают политому обжигу (подглазурный декор). Многие же беложгущиеся керамические изделия после утельного обжига сразу покрывают глазурью, обжигают, а затем только декорируют и вновь обжигают (надглазурный декор). Полученный после глазурования «белый товар» в производстве называют «бельем».

В эксплуатационном отношении наиболее практичен подглазурный декор, так как он предохранен от износа прочной остеклованной пленкой глазури. Керамика, декорированная таким способом, особенно практична на предприятиях общественного питания.

В декоративном отношении подглазурный декор имеет преимущества по сравнению с надглазурным, так как находящиеся под слоем стекла краски благодаря оптическим явлениям приобретают своеобразную глубину и сочность. Но палитра подглазурных красок несколько белнее надглазурной, ибо лежащий на красках слой глазури сильно растворяет их при обжиге. При этом заметно изменяется цвет, а также «съедается» контур рисунка, а иногда и весь рисунок, что зависит от составов красок, глазури и температуры глазурного обжига.

1. Пигменты, разбавители, флюсы, свойства красок

Чтобы расширить палитру подглазурных красок, стремятся или понизить температуру плавления глазури, или повысить химическую стойкость красок, сделав их мало взаимодействующими с глазурью.

Широкое распространение получили устойчивые шпинельные окрасители (пигменты), разработанные проф. С. Г. Тума-

новым. Название их произошло от натуральной шпинели $MgO \times Al_2O_3$ — алюмината магния кристаллического строения (см. гл. II).

Такие красители (п и г м е н т ы) представляют собой искусственный строго стехиометрический состав из двух окислов: закиси и окиси. Для подглазурных красок применяют шпинели-алюминаты, например $CoO \cdot Al_2O_3$ (глубоко-синий цвет), шпинели-хромиты $FeO \cdot Cr_2O_3$ (черно-коричневый цвет), шпинели-ферриты ($MgO \times Fe_2O_3$ (индийский красный) и др. В последнее время С. Г. Тумановым разработаны бирюзовые хромовые пигменты на основе шпинели $ZnO \cdot Cr_2O_3$, в которой ZnO замещен CoO , и изучено влияние добавок: Li , Sb , Be , La , Nd .

Подобные составы синтезируют путем предварительного совместного осаждения соответствующих солей, прокаливания их при высокой температуре, весьма тонкого помола, и лишь иногда — просто прокаливания соответствующих окислов и помола.

Шпинельные краски устойчивы против диффузии их в слой глазури и лучше других сохраняют контур и колорит подглазурного рисунка.

В качестве подглазурных применяют краски не только строго шпинельного типа. Например, смеси окислов хрома, железа, марганца и цинка образуют ряд темно-коричневых пигментов вплоть до черных. Устойчивость краскам придают добавки к ним каолина, окиси алюминия и др. Без таких добавок, например, одна окись железа при высоком огне легко растворяется под глазурью, а с добавками — дает довольно устойчивые коричнево-красные тона. Кобальт в виде фосфорнокислой соли при смешивании с окисью цинка и глиноземом дает гамму устойчивых синих окрасок.

При изготовлении подглазурных составов к пигментам можно добавлять неокрашивающие материалы — такие, как кварц, белый череп, каолин, сырой полевой шпат и др. Например, краска № 109 — синий кобальт — состоит из 10% окиси кобальта и 90% прокаленного каолина. Однако значение добавок заключается не в простом разбеливании, но и в химическом воздействии их на красители при высокой температуре.

Подглазурные краски должны обладать способностью несколько приплавляться к черепку; поэтому во многие составы добавляют еще и ф л ю с (п л а в е н ь), а иногда — суспензирующий и пластифицирующий глинистый агент, например 5% соответствующей глазури и 5% глины. В другие составы вводят значительно больше флюса. Так, для краски № 50 (розовой) берут 50% пинка № 74, добавляя к нему 50% флюса № 203. Последний состоит из 40% окиси олова, 40% кварца и 20% мела и является одновременно разбеливающим веществом.

Для более эффективного использования подглазурные краски желательно готовить для определенного состава глазури и черепка. Опыт показывает, например, что наличие цинка в глазури оказывает вредное действие на хром-оловянные пинки, а хромовые зеленые краски не должны применяться под глазурями, содержащими олово.

Хотя простые шихты, состоящие из красящих окислов с некоторыми добавками каолина, кварца и флюса, можно делать без особой подготовки — самостоятельно, все же для начальных работ надо брать готовые подглазурные краски.

Начинающий керамист, чтобы изучить тональную гамму «своих» красок, должен сделать пробную палитру на той керамике, с которой будет работать, и обжечь ее при необходимой температуре под соответствующей глазурию. Желательно также изготовить палитру и для смешанных составов.

Подглазурные краски после обжига, как правило, становятся ярче. Например, та же краска № 50 (розовая) имеет до обжига серо-розовый цвет, а после обжига при температуре 1300°C становится ярко-розовой. Эту краску можно смешивать с кобальтом и с коричневыми красителями, но с желтыми она дает грязные тона.

Краска № 48, в которую входят хромпик, железный купорос и полевой шпат, имеет светло-коричневый цвет. Ее можно смешивать с розовыми и зелеными красками. После обжига при 1300°C она становится ярче, но при небольшом пережоге, из-за присутствия легко реагирующего соединения железа, тускнеет и выгорает.

Следует помнить, что краски изменяются и под воздействием газовой среды обжига, особенно восстановительной.

2. Керамическая живопись

Подглазурные краски достаточно пластичны для работы с помощью кисти. Чтобы подготовить краски к такой работе, их «перетирают» с тем или иным пластификатором, пользуясь шпателем, курантом (плоским пестиком) и стеклянной палитрой (рис. 61). «Жирные» масла применяются сейчас редко; значительно чаще используется вода с глицерином или декстрином или гуммиарабиком. Эти материалы легче выгорают и образуют консистенцию краски, вполне удобную для работы кистью. Например, на пять частей краски можно взять одну часть глицерина, к которому добавлено немного воды.

Для работы с подглазурными красками следует иметь хорошие кисти (см. гл. 10). Известно много способов нанесения подглазурных красок кистью, пульверизатором, подглазурным карандашом и др.

Многие краски при работе кистью дают плохие мазки (кроме кобальта и черной). От керамиста-художника требуется большая уверенность в руке, чтобы нанести их на утельный черепок. Это немного похоже на то, как если бы работать тушью на промокающей бумаге.

При смешивании красок надо помнить, что одним из самых сильных красителей является синий кобальт. Другие краски слабее, а потому и накладываются более толстым слоем, чем кобальт.

Начинать работу надо с простых рисунков. При их первоначальном исполнении полезно иметь в качестве приспособления

упор для руки. Для раскрашивания плоских больших изделий, например плит, применяют низкий упор. Для работы по отводке тарелок, исполняемой с помощью турнетки, нужен более высокий упор (рис. 62).

Для пульверизатора должна быть составлена более жидкая суспензия краски, в которую желательно добавлять декстрин. Способом пульверизации удобно декорировать скульптурные изделия.

Чтобы получить незакрашенное место, краску после высыхания можно выскоблить, но лучше применить для этого тонкий бумаж-



Рис. 61. Подготовка краски к работе кистью

1 — курант; 2 — стекло



Рис. 62. Отводка на турнетке с высоким упором для руки

ный трафарет, которым закрыть место, не подлежащее пульверизации.

При выполнении сложного рисунка (орнамента), в качестве слоя, предохраняющего черепок от краски, наносимой пульверизатором, можно применять резиновый клей, который легко отдирается после высыхания краски.

Для образования более мягкого контура в некоторые подглазурные краски можно добавлять надглазурные.

Живописный способ подглазурного декорирования считается дорогим, требующим весьма квалифицированного труда и, например, при производстве фарфора не так распространен, как многие другие способы. Начинать эту работу нужно с преподавателем.

3. Некоторые способы декорирования по утелю

Ангобирование. Этот способ, применяемый главным образом для декорирования сырого черепка, можно использовать также для украшения утельных изделий, если приготовить ангобную краску, близкую по своему составу к глазури и мало сокращающуюся при сушке и обжиге. В противном случае слой ангоба будет отскакивать.

Инкрустирование. Интересным и эффектным методом является так называемое инкрустирование. Вырезанный рисунок может

быть заполнен красками типа шпинельных. После того, как поверхность изделия у кромок будет подчищена, рисунок покрывают прозрачной или полупрозрачной глазурью.

Резерваж. Упомянутый в пятой главе метод работы с «защитой» пригоден и для обожженного на утель черепка. Восковую защиту можно наложить на слой глазури с вторичным покрытием другой глазурью пульверизатором. С помощью этого способа можно получить очень эффектные контрасты.

В качестве защиты лучше применять резиновый клей, так как воск часто скалывается с краев и рисунок становится «рваным».

Сграффито. Сграффитовый рисунок обычно процарапывается сквозь глазурное покрытие, чтобы выявить цвет глиняного черепка, но можно выявлять цвет и предварительно подложенного цветного покрытия (тонирование подглазурными составами). Процарапанный рисунок делают «острым» и чистым, поэтому слой глазури, через который осуществляют рисунок, должен быть влажным и не слишком толстым, чтобы не возникла шероховатость в краях линий. Он не должен «сбегать» с подложенного покрытия, а потому необходимо, чтобы состав был весьма вязким.

Подглазурный карандаш. Карандаш из подглазурной краски может быть изготовлен своими силами путем смешивания подглазурных красок с воском и формования смеси в форме при легком нагреве под давлением (см. гл. 20). Этот способ декорирования очень рекомендуется начинающему керамисту.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ГЛАЗУРОВАНИЕ

Весьма привлекательна в керамике работа с глазурями. В ней, помимо ремесленных и творческих задач, возникают вопросы научного характера. После овладения техникой глазурования необходимо будет изучить технику составления глазурей. Для этого придется вспомнить основные положения и законы химии (см. гл. 11).

Конечно, практика и опыт постепенно дадут возможность накопить рецепты некоторых глазурных составов, которые могут успешно использоваться керамистом при глазуровании и декорировании изделий, но эти так называемые «кухонные рецепты» ограничивают творческие поиски, если не знать основ химии. Накопление и освоение таких рецептов дается ценой большого труда и времени. А между тем, в работе по глазурованию невольно проявляется повышенный интерес к химии, относящейся к керамике, и здесь, как нигде на других этапах работы, могут проявиться плоды ее

изучения, позволяющие вдобавок эстетически насладиться результатами применения ее на практике. Важно также изучить химический состав и свойства сырьевых материалов, идущих в глазури.

Однако в данной главе излагаются лишь приемы глазурования и описываются некоторые осложнения, встречающиеся при этом. Предполагается, что мы имеем дело с готовыми глазурными шликерами, квалифицированно приготовленными керамистом-технологом. Освоение же практики приготовления глазури, их свойства и другие сведения излагаются в восемнадцатой и девятнадцатой главах.

1. Подготовка к глазурованию и опробование его

Глазурь представляет собой водную суспензию тонкоизмельченного и нерастворимого в воде порошка.

Если готовая глазурная суспензия хранилась долгое время, то она может подсохнуть, загустеть, скомковаться или расслоиться, т. е. стать неоднородной. Поэтому почти всегда перед началом работы ее надо тщательно перемешать, отобрать необходимую для глазурования порцию и поместить в ступку, растереть пестиком, добавить, если нужно, воду и пропустить через тонкое сито. Последние порции суспензии надо пропускать с помощью кисти или толстой резинки (рис. 63), чтобы не изменить состав глазури. После такой подготовки в суспензии не должно ощущаться крупинок.



Рис. 63. Пропускание глазурной суспензии через сито

Не проверенную в обжиге глазурь целесообразно сначала опробовать на малом количестве материала — произвести пробные обжиги на небольших изделиях или на утельном бое.

О правильности толщины слоя глазури можно судить с известной достоверностью, если на утельный черепок перед глазурованием нанести карандашные пометки, которые должны быть едва-едва видны после покрытия их глазурной суспензией; графит сгорит во время обжига. Если глазурируют по подглазурному декору, то после нанесения глазури он также должен быть едва виден.

При глазуровании больших поверхностей можно предусматривать определенный объем глазурного шликера на единицу поверхности, зависящий от характеристик и конечного вида глазури. Например, для получения прозрачного глазурного слоя на 1 см^2 поверхности можно давать $0,1 \text{ мл}$ суспензии нормальной плотности (удельный вес — около $1,4 \text{ г/см}^3$); для потечного — допускается $0,3 \text{ мл}$. Толщина слоя высушенной на изделии глазури будет соответственно равна примерно $0,6$ и 2 мм , а обожженной — $0,3$ и 1 мм .

Следует помнить, что пыль, грязь и жир (места, захватанные руками) на черепке препятствуют хорошему приставанию (а д е т и) к нему глазури. Поэтому перед глазурованием изделия необходимо всегда очищать, обдувая их сжатым воздухом или обметая кистью, и протирать влажной отжатой губкой. Увлажненный утельный черепок не так энергично втягивает воду глазурной суспензии. В противном случае, например при глазуровании кистью, мазок слишком быстро обезвоживается и кисть «присасывается» к поверхности, затрудняя равномерное продвижение руки вдоль глазуруемых мест.

2. Способы нанесения глазури

Глазурование кистью. Нанесение глазури кистью требует большого опыта. Глазурование будет наиболее удовлетворительным при использовании легкоплавких и потечных глазузей. Труднее получить ровный слой матовых, мало растекающихся глазузей. Однако этот способ имеет свои преимущества, так как экономичен, т. е. требует небольших количеств глазурной суспензии, используемой без остатка. Им также пользуются при подправке глазурного слоя, нанесенного, например, методом окунания или полива.

Для глазурования нужно иметь плоскую и мягкую кисть шириной 2—2,5 см.

Утельный черепок впитывает влагу весьма интенсивно, поэтому мазки должны быть быстрыми и слегка прилепнуты. Необходимая толщина покрытия редко достигается с одного раза, а поэтому, еще до того как окончательно высохнет первый слой, наносят второй.

В начальный период обучения глазурованию кистью полезно добавлять в глазурь небольшое количество клеящего вещества, способного легко сгорать при обжиге, например крахмального клея, декстрина, гуммиарабика, а в некоторых случаях — глицерина. Неровности поверхности глазури могут быть подправлены осторожным затиранием кончиком пальца, когда слой ее окончательно высохнет.

Способ нанесения кистью наиболее применим при изготовлении глазурных пробников, а также тогда, когда нужно выполнить тот или иной декор глазурью.

Глазурование изделия изнутри. Если нужно покрыть глазурью внутреннюю часть горшка, то его наполняют немного больше чем на одну треть глазурной суспензией, а затем, сразу же наклоняя горшок, быстро вращают его в руках над тазом или стаканом и одновременно, медленной струей, выливают избыток глазури (рис. 64). Нужно равномерно и полностью «захватить» глазурью внутреннюю часть изделия, так как подправка затруднительна.

Когда наружная поверхность изделия покрыта глазурью иного цвета, а внутренней глазурью немного залито устье у наружного края, то оно зачищается влажной губкой. Наружное глазурование

может быть осуществлено пульверизацией или поливом, при этом покрытую глазурью внутреннюю часть рекомендуется чем-либо закрыть.

Глазурование окунанием. При глазуровании способом окунания, как и любым иным, следует помнить, что ряд глазурей способен довольно быстро расслаиваться и оседать. Надо иметь суспензию такого качества, чтобы ее плотность сохранялась равномерной возможно дольше без перемешивания.

Сырые глазури оседают медленнее, чем фриттованные (см. гл. 19). Оседанию глазурей препятствует добавление небольших количеств (0,5—1,0%) белой глины, уксуса, гуммиарабика, поваренной соли, соляной кислоты и некоторых других веществ.



Рис. 64. Выливание избытка глазурной суспензии при одновременном вращении горшка

Способ окунания широко применяется на производстве, так как очень быстро образует ровное покрытие, но требует весьма большого запаса шликера, т. е. больше, чем фактически потребуется, например, для одновременного глазурирования двух-трех изделий. Таким образом, он не столь экономичен при использовании в учебных мастерских или при изготовлении отдельных уникальных изделий.

Для более плотного черепка (менее пористого) требуется суспензия большей плотности, так как вода абсорбируется им плохо. Для пористого черепка необходима более жидкая суспензия (меньшей плотности); черепок перед глазурированием нужно даже увлажнять.

Изделие, например блюдо, погружают на несколько секунд в глазурь, при этом черепок всасывает воду, а твердые частицы пристаю к его поверхности и остаются на ней, как на очень тонком сите. Блюде в глазурь стараются погружать так, чтобы на его поверхности не образовались пузырьки воздуха. Вынув блюдо из глазурной суспензии так, как это показано на рис. 65 (скольжением), его ставят для стекания избытка глазури и подсыхания полученного слоя на крупную сетку или на две рейки над тазом.



Рис. 65. Извлечение блюда из глазурной суспензии (скольжением)

При этом способе довольно трудно избежать «сухих» мест, за которые изделие держалось пальцами, но они могут быть предотвращены вращательно-поступательным движением пальцев в процессе окунания и глазурования изделия или залиты потом, во время стекания глазури. Для этого надо сразу же покачать подставку, на которую установлено изделие для стекания избытка глазури. Во многих случаях незаглазурированные места можно подправить кистью.

Крупное изделие, например тарелку, держа одной рукой, погружают в глазурь ребром и протаскивают в ней с помощью второй руки, подводя руку к тем местам, где глазурь будет менее всего видна или совсем не нужна (ножка). Миску и горшок можно глазуровать приемом, показанными на рис. 66, а и б.

Плитку надо глазуровать скольжением по поверхности суспензии с небольшой выдержкой в ней и также скольжением вынимать, стараясь избежать образования пузырьков воздуха от слишком энергичного движения. Плитку можно и полить глазурью (см. ниже).

Глазурование пульверизацией (распыление). В практику глазурования твердо вошел весьма экономичный способ обрызгивания изделий из специального приспособления, называемого в производстве пистолетом, пульфоном, аэрографом и пульверизатором (рис. 67). Экономичность способа заключается в том, что для него требуется такое количество гла-

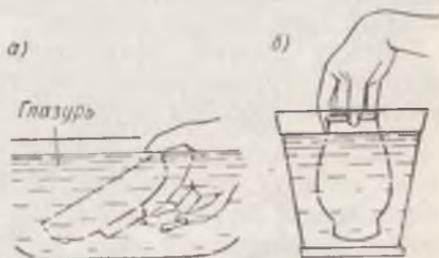


Рис. 66. Глазурование методом окунания миски (а) и горшка (б)

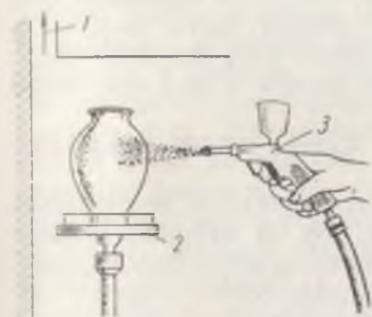


Рис. 67. Глазурование способом пульверизации

1 — тяга; 2 — турнетка; 3 — пульверизатор

зури, которое необходимо лишь для собственно глазурования данного изделия, причем глазурь расходуется почти полностью.

При глазуровании пульверизатором необходимо, чтобы глазурь была более жидкой (менее плотной), чем, скажем, при способе окунания, но не настолько, чтобы она легко расслаивалась. Для начинающего керамиста этот способ является довольно легким. После небольшой практики им можно давать ровное покрытие, которое должно быть достаточно толстым, но не рыхлым.

При отсутствии специального пульверизатора и сжатого воздуха для указанных целей можно приспособить некоторые типы пылесосов.

Изделие ставят на турнетку и при периодическом ее проворачивании начинают равномерно его обрызгивать. При этом нужно найти правильное расстояние сопла пульверизатора от поверхности глазуруемого изделия. Распыленная глазурь ляжет слишком сухой (высохшей по пути) и даст ослабленный пушистый слой, если пульверизатор держать далеко от нее. Однако очень близко держать пульверизатор также нельзя, так как получающийся мокрый слой быстро оползает.

Между прочим, великолепные китайские глазури прошлого, которые с трудом воспроизводятся даже теперь, были выполнены в основном способом окунания или полива, и только тонкие градации цвета достигались посредством дутья краски через специальную распыляющую трубку.

К недостаткам метода пульверизации следует отнести некоторую рыхлость получаемого покрытия, которое довольно легко может осыпаться при «захвате» изделий руками, например при садке их в печь.

Нанесение глазури распылением удобно для глазурования больших плоских блюд и неглубоких чаш, а также при переглазуровке изделий или при наложении одной глазури на другую. При неудачном глазуровании (оползание) в некоторых случаях можно соскрести глазурь и повторить глазу- рование снова.

Рис. 68. Глазурование ва- зочки способом полива

Когда глазуруется нижняя часть сосуда, то самая нижняя часть (кромка ножки) должна быть чем-либо защищена, например покрыта растворенным воском и др., или потом тщательно зачищена.

Глазурование поливом. Для способа полива можно рекомендо- вать три приема.

1. При глазуровании небольшой вазочки полить ее, держа одной рукой над тазом, как показано на рис. 68. В кувшине должен иметься достаточный запас глазури, чтобы было возможно дополни- тельно полить те места, которые случайно окажутся не политы с пер- вого раза. В противном случае стекший избыток глазури должен быть быстро собран в кувшин и снова использован.

2. Изделие помещают на турнетку, которую постепенно вращают, пока на него выливается глазурь. Полость следует предохранить глиняным колобком, если изделие полое, а дно защитить глиня- ным кольцом.

3. Изделие в опрокинутом состоянии ставят на рейки, поло- женные на края таза. Для предохранения дна от глазури исполь- зуется сырая глина, которой прикрывают дно.

Способ полива пригоден и для глазурования крупных изделий, которые трудно окунают из-за их тяжести, а также хорош для плоских, глазурующихся с одной стороны изделий, как, например,

керамические плиты, изразцы и т. п. Этим способом пользуются при глазуровании ломких сырых изделий, а также изделий, трудно впитывающих влагу, прибавляя к глазури клеящее вещество.

Частичное глазурование. При использовании глазури в качестве декоративных красок возникает необходимость одни места покрыть глазурью, а другие оставить свободными или покрыть другой глазурью.

Места, которые оставляют свободными от глазури, смазывают жирным или смолистым веществом, а также растворенным парафином и воском, о чем говорилось в седьмой главе. Если эти места будут покрываться другой глазурью, то изделие необходимо хорошо прогреть до полного улетучивания защитного слоя.

Глазурование сырого изделия. Как известно, глазурь наносится в основном на предварительно обожженный черепок, ибо сырое изделие размокает в водной суспензии глазури. Однако при известном навыке можно глазуровать даже тонкостенное сырое изделие, применяя метод пульверизации. Кроме того, можно рекомендовать почти забытый старинный способ глазурования: столлярный клей размачивают в холодной воде до набухания и прибавляют примерно равное количество уксусной кислоты. Из этой смеси готовят более разжиженный раствор ($1,04 \text{ г/см}^3$). Высушенное изделие обливают этим раствором и несколько часов подсушивают, а затем поливают глазурью, в которую добавляют 2—3% белой глины. Суспензию приготавливают на клеевом растворе, разведенном тремя частями воды.

Глазурование парами солей. Когда нужно получить весьма тонкую пленку глазури (декоративно эффектную, например, для скульптуры), то можно рекомендовать следующий прием. Изделие помещают в капсулу, предварительно покрытую глазурью. Если эта глазурь содержит такие летучие соединения, как бура, поваренная соль и др., при обжиге пары глазури будут осаждаться очень тонким слоем на изделии, создавая шелковистый блеск. (На производстве иногда используют этот способ, чтобы не получить слишком сухой глазури в новых капсулах, для чего их смазывают той глазурью, которой глазурят изделия). Разновидностью такого способа, пригодного в основном для сравнительно высокожгущегося товара, например каменного, является глазурование солью, описанное в двадцатой главе.

Данный способ широко применялся в середине XVIII столетия в Англии для плиточных изделий, а также в Германии для глазурования известных пивных кружек.

Глазурные техники с элементами декора. Из таких способов глазурования отметим два.

1. Набрызгиванием с помощью кисти темных пятен на глазурованное в светлый тон изделие можно получить так называемые рокингамские глазури.

2. Для получения декоративных так называемых скродлевских глазурей поступают следующим образом. На

плоский сырой глинистый диск наливают несколько слоев разноокрашенных глазурей, которые встряхивают, пока краски еще мокрые (иногда верхнюю массу вдобавок проскребывают). После подвяливания глазурей из такого сырого диска с помощью гипсовой модели (формы) на станке формируют блюдо или тарелку.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ПОЛИТОЙ ОБЖИГ

Политой (глазурный) обжиг, если не считать муфельного с надглазурными красками (см. гл. 10), является последней и весьма ответственной операцией в изготовлении керамических изделий.

Если обжигу уделяется мало внимания и он поручается малоквалифицированным людям, качество товара получается весьма низким. Каждый вид керамики — гончарный товар, майолика, фаянс и др. — требует соблюдения «индивидуального» и очень строгого режима обжига, т. е. графика по времени и температуре.

Между тем, некоторые студенты пытаются достигнуть удачи тем, что на «всякий случай» загружают в печь по возможности больше товара, но, к сожалению, небрежно подготовленного. Иногда бывает так, что из печи неожиданно выходит декоративно интересное изделие. Но оно, при такой манере работы, может быть интересным лишь с декоративной стороны и то всего лишь однажды, дав тот или иной выгодный для художника оттенок или фактуру глазури или даже брак, могущий послужить декоративным элементом. Эксплуатационные же качества изделия при этом, как правило, — плохие.

Однако если «случай» заслуживает внимания как находка для декорирования, то и он требует особенно тщательного изучения и объяснения, чтобы при желании мог быть повторен уже сознательно. К сожалению, работающий наудачу студент обычно ничего не записывает и не наблюдает, продолжая ориентировать себя «на случай». Между тем, керамика — это вполне научно обоснованная область техники, строго подчиняющаяся разработанным технологическим режимам, которые могут повторяться при желании с большой точностью и, таким образом, оправдать всю вдумчивость и усилия, затраченные на изготовление изделия.

1. Общие сведения о практике глазурного обжига

Весь направляемый в обжиг товар перед садкой в печь должен быть тщательно осмотрен. Невзирая на то, что изделия предварительно обжигались на утель, влага из глазури, особенно в очень

пористом черепке, удаляется медленно и требует дополнительной подсушки изделий.

Изделия с поврежденной сырой глазурью должны быть подправлены или забракованы до обжига. Следует помнить, что при политом обжиге даже одно разорвавшееся изделие пылью и осколками может погубить многие другие.

Находящиеся на поверхности черепка частички глазурной шихты должны быть приплавлены к нему путем расплавления их в однородный стеклообразный состав, образующий тонкую пленку.

Силикатный состав шихты не имеет определенной точки плавления, а имеет интервал размягчения или текучести, что свойственно именно стеклу (см. гл. 19). Образующийся промежуточный слой весьма существен для качества приплавления глазури к черепку; это как бы промежуточное связующее звено: черепок — глазурь. При коротких обжигах, без соответствующей выдержки изделий в печи, данный слой будет ослабленным, и даже небольшая несогласованность составов (в отношении коэффициентов расширения) глазури проявится очень резко. Глазурь может быстро образовать волосяные трещины (цек) или отскочить.

Если же глазурь не доведена до температуры «созревания»,

то она выглядит волнистой, как бы покрытой «галькой». С другой стороны, если глазурь обожжена слишком высоко, то она может стечь к ножке изделия, образовав в отдельных местах тусклые пятна. В некоторых случаях, чтобы не допустить слишком большого стекания, вполне хорошего созревания глазури можно достичь и при более низкой температуре, чем предусмотрено режимом, если выдержать при ней обжигаемые изделия более длительное время. Практически это понижение редко может превысить 25—50°C.

Загрузка изделий на политой обжиг. Глазурованный товар в зависимости от его вида может быть размещен в печи на различных огнеупорных приспособлениях, например «крестиках» (рис. 69, а). Полки и под печи посыпают песком, кремнем или другим огнеупором в том случае, если с некоторых изделий глазурь сильно стекает. (На производстве «крестики» применяются в основном при муфельном обжиге фаянса).

Белый товар (фарфор, фаянс) ставят в капсулы — в основном круглые коробки, изготовленные из шамота* и огнеупорной глины, чтобы защитить его от копоти и тонкой вылетающей вместе с топочными газами золы, что особенно важно при дровяном, торфяном и угольном отоплении печей с открытым пламенем.

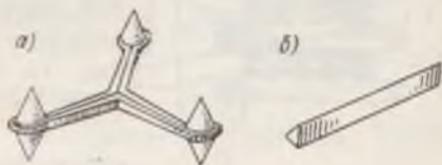


Рис. 69. Огнеупорные приспособления «крестик» (а) и «шпилька» (б)

* Ш а м о т — обожженная до камнеобразного состояния огнеупорная глина, измельченная затем в зерно или тонкий порошок.

Надо помнить, что многие глазури, перед тем как разлиться в гладкую поверхность («зеркало»), склонны к пузырению и расширению, а красящие вещества одной глазури, если они летучи, могут воздействовать на соседние изделия, если между ними нужно оставлять достаточный просвет.

В учебных мастерских, в которых одновременно обжигается малое количество, например, плит и обжиг проводится в небольшом муфеле, — загрузка их не представляет трудностей. Изделия можно разместить прямо на печном поду, позаботившись лишь о том, чтобы на боках и тыльных сторонах плит не было натеков сырой глазури. При обжиге же значительного количества плит их выгоднее помещать в прямоугольные огнеупорные короба с приспособлениями для поддержки плит (выступы на стенках).

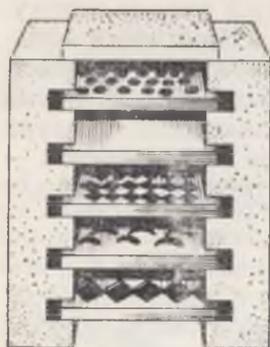


Рис. 70. Импровизированный капсель из двух «мягких» теплоизоляционных блоков, пропиленных ножовкой

Толстые плиты можно размещать с просветом между ними в горизонтальном положении (рис. 70), а тонкие — лучше ставить на ребро, но при уверенности в достаточной вязкости расплавленной глазури. Каждую пару плит устанавливают при этом неглазурированными сторонами друг к другу. Во избежание запыления нижних плит загрузку надо начинать с верха печи.

Отдельные плоско-полые изделия можно устанавливать на «крестики» или «шпоры» (рис. 71). Оставшиеся метки от глазури после того, как «крестик» отобьют, зашлифовывают.



Рис. 71. Блюдо, поставленное на «крестик» и огнеупорную подставку
1 — «крестик»

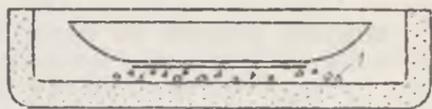


Рис. 72. Фарфоровое блюдце в простом капселе на кварцевой подсыпке
1 — кварц

Если пожка плоско-полого изделия предварительно очищена от сырой глазури, то оно может быть поставлено основанием непосредственно на под печи или полку, которые всегда покрывают защитным слоем кварца или глинозема с добавкой, например, 10—15% каолина. Белый высокожгуемый товар (фарфор) ставят в промазанный глиноземистым составом капсель (рис. 72).

В настоящее время принятые в заводской практике формы капсулей пересматриваются; их стремятся сделать наиболее экономичными по вместимости, по сроку службы, а также предупреждающими деформацию.

На рис. 73 показан способ размещения изделий (фаянса) на трехгранных шпильках (кассета). Для этой цели используют также специальные клинья, надевающиеся на стойки этажерки.

На рис. 74 изображена бескапсельная загрузка майоликовых изделий в малой печи. Стойки перекрывают тол-

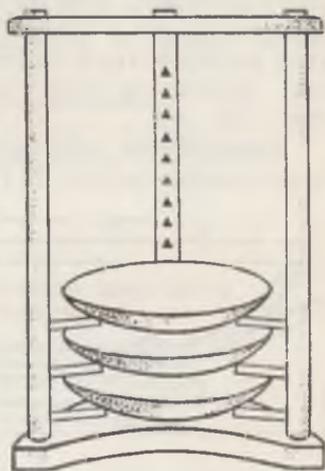


Рис. 73. Огнеупорная кассета для бескапсельного политого обжига фаянсовых изделий (в собранном виде)

стыми шамотными пластинами. Глазурованные изделия, кроме того, желательно поставить на «крестики».

Светлоглазурованный товар можно обжигать в плотно перекрывающихся капсулях (обечайках), внутренность которых смазывают

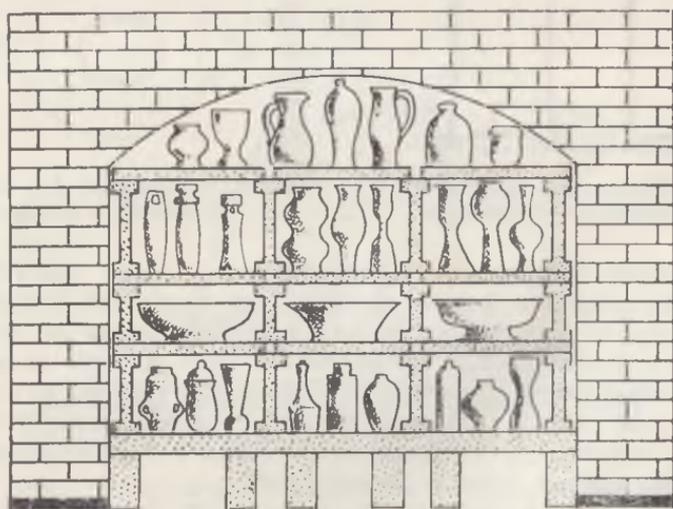


Рис. 74. Бескапсельная загрузка майолики с помощью стоек и плит (схема)

специальной белой массой (каолин с глиноземом, а иногда — с глазурью). Если применяется глазурь одного цвета, то для экономии места меньшие изделия рекомендуется перекрывать более крупными.

Склонная к деформации тарелка даже из твердого фарфора проектируется с учетом того, что произойдет не только общее геометрическое изменение размера, не нарушающее заметно ее пропорций, но и изменится ее композиционная форма. Изменится угол наклона борта по отношению к плоскости дна, т. е. борт отвиснет, вследствие чего края тарелки растянутся по окружности (рис. 75).

Деформация цилиндрического полого тела может быть такой, как показано на рис. 76 (втягивание стенок), а фарфорового изделия с ручкой и носиком (чайник) даст в поперечном разрезе эллипс (рис. 77).

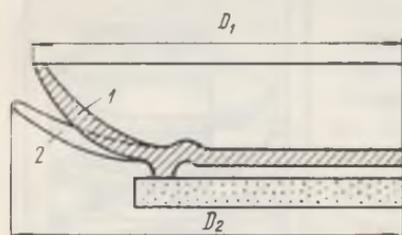


Рис. 75. Изменение композиционной формы фарфоровой тарелки после обжига (по И. Я. Юрчаку)

1 — форма тарелки до обжига; 2 — после обжига (политого)



Рис. 76. Возможная деформация цилиндрического полого тела

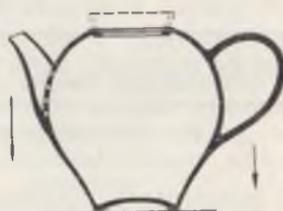


Рис. 77. Изменения формы изделия с ручкой и носиком

Сказанное заставляет предусматривать меры (допуски) как при проектировании формы изделия, так и при его обжиге.

При обжиге, например, чайной круглой чашки ее ставят на круглый конусообразный промазанный диск (бомзу) вверх дном. Бомза способствует сохранению правильной окружности чашки, так как, сокращаясь в размере, последняя как бы «ползет» по правильному конусу, не изменяя заметно своей конфигурации (рис. 78, а). Существуют и иные формы бомз.

Для обжига высокожгущихся отдельных чаш или ваз можно наложить сверху бисквитно обожженное кольцо (рис. 78, б), смазанное глиноземом. Отдельные места затем шлифуют. Еще недавно для этого применяли специальный камень — «олонецкий».

Внедрен в производство способ обжига круглых полых изделий (чашек, блюдец) в спаренном виде. Так, две чашки склеиваются по верхнему краю друг с другом (рис. 78, в). В качестве склеиваю-

шего материала используют столярный клей, в который вводят 20—30% высокопрокаленного тонкозернистого глинозема.

После обжига кромки чашек должны быть тщательно отполированы до блеска или дополнительно обожжены с весьма легко-



Рис. 78. Примеры загрузки изделий

a — загрузка чашек на кружок; *1* — бонза; *б* — легкое бисквитное кольцо сверху, *2* — кольцо (глазурь удалена); *в* — загрузка чашек в спаренном виде

плавкой глазурью; на производстве обычно ограничиваются лишь шлифованием и полированием.

Скульптурные изделия сложной конфигурации (с наклоном поставленный корпус тела, а также далеко отходящие от корпуса



Рис. 79. Скульптура с подпорками у легко деформирующихся мест при обжиге

части тела, например руки и ноги балерины «в движении») наиболее подвержены деформации. Поэтому их обжигают со специальными, обожженными на бисквит, подпорками *1* или кожухами, возможно меньше соприкасающимися с глазурованной поверхностью (рис. 79).

2. Сведения о температурных, атмосферных условиях и времени обжига в печи

Первоначальная температура печи при политем обжиге может повышаться быстрее, чем при утельном, но и при нем первые два-три часа не следует торопиться, так как некоторое количество воды быстро адсорбируется даже просушенным глазурированным товаром.

Большие изделия должны обжигаться при более медленном и более равномерном подъеме температуры, чем малые, поэтому желательнее ставить их ближе к центру печи.

Одним из определяющих факторов скорости подъема температуры, помимо конструкции печи, является способность черепка противостоять тому или иному ее подъему. Время обжига в известной мере зависит от размеров нагруженных изделий и будет тем больше, чем больше их размеры.

Можно, однако, заметить, что большинство блестящих глазурей, как показывает практика, получаются лучше при быстром подъеме огня (см. ниже).

Окислительный, восстановительный, нейтральный и комбинированный обжиг. Если в печь обеспечен хороший приток воздуха, достаточный для полного сгорания топлива, и воздух остается в избытке, то такой обжиг называют окислительным (в наличии — избыток кислорода воздуха).

Большинство глазурей, ~~применяющихся~~ в учебных мастерских для первых опытов, обжигается в окислительной атмосфере.

При восстановительном обжиге содержание воздуха (кислорода) в печной среде поддерживается настолько низким, насколько возможно, но чтобы при этом не возникло чересчур сильное копчение (неполное сгорание). Некоторые компоненты глазури в данном случае даже восстанавливаются, т. е. отдают находящийся в них в связанном состоянии кислород на горение. В этом случае ряд глазурей так называемого восстановительного огня видоизменяется, создавая особый декоративный эффект (см. гл. 20).

Та или иная степень восстанавливающей среды достигается как полным замуравыванием печи в конце обжига, так и частичным закрыванием тяги.

При нейтральном обжиге количество воздуха должно быть таким, чтобы его хватило лишь для полного сгорания топлива без избытка кислорода (воздуха) или с весьма небольшим его избытком.

Комбинированный обжиг требует особо тщательного контроля как атмосферных условий, так и температурных режимов подъема и охлаждения печи, что осуществляется с помощью газоанализаторов и термомпар.

В качестве примера комбинированного обжига можно указать на обжиг, осуществляющийся при получении медных красных глазурей, кристаллических глазурей, фарфора и др. (см. гл. 19).

Охлаждение глазурованных изделий. Этот процесс часто сводится к естественному остыванию печи в атмосфере воздуха. В промышленных условиях, стремясь к большей оборачиваемости печи, прибегают к форсированному охлаждению.

Практика показывает, что медленное и ровное остывание способствует прочности сцепления глазурного стекла с черепком, однако слишком медленное — вызывает во многих блестящих глазурах матовость и даже зарухание (непрозрачность).

Следует помнить, что задача обжига заключается и в том, чтобы достигнуть утилитарной прочности сцепления глазури с черепком и избежать глазурных дефектов, не испортив при этом декоративной ценности керамики.

Длительность обжига. Она зависит от многих факторов, начиная с размеров и типа печи и кончая видом глазури. Так, например, режим политого обжига майоликовых изделий в полупроизводственном горне может длиться 15—16 ч, а охлаждение — около суток.

Политой обжиг хозяйственного фарфора в горне объемом 100—120 м³ может продолжаться 28—30 ч (без времени на охлаждение).

В процессе обжига осуществляют изменение газовой среды в печи. В малых лабораторных и полупроизводственных печах указанный срок может быть сокращен и, по-видимому, без особого ущерба для созревания черепка.

Вопрос о скоростных обжигах керамики еще окончательно не решен учеными.

3. Краткие данные о технике безопасности при работе с глазурями

При работе даже с готовыми глазурями следует знать, какая это глазурь: свинцовая, щелочноборная, щелочносвинцовая, сурьмяная и т. п. (см. гл. 19).

Довольно широко еще распространенные в декоративной керамике свинцовые, бариевые и некоторые другие глазури токсичны.

Фриттованные, т. е. предварительно проплавленные с кварцем и другими веществами, глазури (см. гл. 19) менее вредны, чем некоторые сырые глазури, т. е. смешанные из окислов и других компонентов без предварительного проплавления.

Декоративность свинцовых глазурей, удобство пригонки к черепку, глубина окрасок под ними и прочие положительные свойства заставляют все же применять их в художественно-декоративной керамике, но в основном фриттованными.

4. Примеры глазурного брака и возможности его устранения

Глазурный брак, устранимые и неустрашимые дефекты — весьма многочисленны, а причины их вызывающие настолько разнообразны, что рассмотреть их в рамках настоящего пособия не представляется возможным, а потому приводимые ниже примеры надо рассматривать как некоторые ориентиры, лишь подсказывающие

истинную причину брака в каждом конкретном случае. Поясним это простым примером. Натек большого количества глазури к ножке горшка вполне логично может быть объяснен слишком малой вязкостью глазури при ее плавлении. Однако не следует сразу же решать изменить состав глазури, если нет уверенности в том, что обжиг не был завышен, или конечная выдержка не была очень продолжительной, или пористость черепка не была слишком малой из-за пережога его при утельном обжиге. Во всех случаях глазурь может натечь к ножке изделия, оставаясь вполне удовлетворительной по составу.

Цек (волосяные трещины). Способная к трещинообразованию (цеку) глазурь может их и не образовать, если изменить ее состав или состав черепка; в то же время та же глазурь может не дать трещин, если положить ее более тонким слоем на том же черепке (без изменения составов).

Появление на охлажденных изделиях сетки из тонких, как бы волосяных, иногда едва заметных на глаз, трещин рассматривается в художественно-декоративной керамике не всегда как брак (см. кракле в гл. 19). С точки же зрения утилитарной цек — это всегда брак.

Возникновение цека объясняется несогласованностью коэффициентов теплового расширения черепка и глазури, выявляющейся при остывании. Глазурь имеет больший коэффициент расширения, чем черепок (см. гл. 19).

Некоторые глазури поддаются исправлению, если их пережечь, но в трещины при этом следует предварительно втереть ту же глазурь.

Отскок. Явление отскока глазури, обычно с краев изделия, встречается реже, чем цек. Здесь также имеет значение несогласованность коэффициентов теплового расширения глазури и черепка, но в данном случае это явление обратное цеку, т. е. не глазурь, а черепок имеет слишком большой коэффициент расширения по сравнению с глазурью (см. гл. 19).

Глазури как при отскоке, так и при цеке следует наносить более тонким слоем, а, кроме того, во многие составы, идущие для чисто декоративных изделий, можно прибавить немного свинцовой фритты. Последняя придает глазури «эластичность». Если введение свинца в несвинцовую глазурь нежелательно (из-за ограничений по вредности), то можно увеличить продолжительность обжига, чтобы обеспечить развитие промежуточной зоны между глазурью и черепком.

Натеки и сухость. При слишком легкоплавкой для данной температуры глазури она будет быстро впитываться в пористый черепок; если к тому же поверхность черепка будет иметь неравномерную пористость, то одни места получают слишком сухими, а другие — с натеками.

В глазурь можно добавить белую глину или кремень, не доводя ее до составов, слишком вязких и тугоплавких при данной температуре.

Сборка. Этот дефект заключается в том, что на отдельных местах глазурь собирается плотным слоем в неправильные жгутики, а между ними просматриваются места обедненной глазурью черепка. Иногда это выглядит декоративно. Причиной данного дефекта чаще всего является не обжиг. Он может быть предугадан даже сразу после глазурования, если по окончании сушки образуется слишком крупная сетка трещин, заметная невооруженным глазом.

Большое поверхностное натяжение некоторых глазурей также способствует тому, что они оттягиваются в каплеобразные и в виде валика слои. (Это похоже на сборку капель воды на замасленной поверхности). Если образовавшаяся при сушке глазури сетка трещин обусловлена слишком большим количеством глины или очень тонким помолом глазури, то такая сетка после обжига почти всегда переходит в сборку.

Для избежания этого дефекта можно опробовать добавление в глазурную суспензию клеящего вещества или уменьшение количества сырой глины с одновременным увеличением крупности помола глазури. Часть сырой глины можно заменить прокаленной.

Подобие сборки получается и тогда, когда поверхность утеля была слишком загрязнена.

Засорка и задувка. Этого вида брака можно легко избежать, но, к сожалению, он встречается наиболее часто.

Засорка происходит при недостаточно аккуратной установке изделий в печь. Частицы шамота от печного припаса или от подставок засаривают нижестоящие изделия и приплавляются к ним.

Разновидностью засорки является задувка — местное ошлакование поверхности глазури из-за заноса золы топлива. В этом случае появляются пятна различной окраски, интенсивность которых зависит от количества железа в золе.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

НАЧАЛА НАДГЛАЗУРНОЙ ЖИВОПИСИ И МУФЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ

Керамическая живопись по готовому глазурованному изделию получила большое распространение со времени появления в Европе так называемого белого товара — фаянса и особенно фарфора.

Благодаря работам русского химика Д. И. Виноградова в середине XVIII столетия, независимо от зарубежных исследователей, появился русский фарфор, завоевавший вскоре мировую славу.

После распространения фарфора в Европе образовался ряд школ живописи по фарфору. Последний стал прекрасным белым плоскостным и объемным фоном для живописца.

Живопись по фаянсу и фарфору сложна по своей технике и требует большого профессионального мастерства. Несмотря на сравнительно малые «полотна», она усложнена своей органической связью с формой изделия, а кроме того, для начинающих эта живопись создает известные трудности, поскольку надглазурные краски до обжига имеют тон и интенсивность, весьма резко меняющиеся после обжига.

Начинающих художников-керамистов надо предостеречь от большого соблазна расписать белую поверхность черепка полностью, ибо форма, цвет и материал изделия сплошь и рядом настолько хороши сами по себе, что прежде чем осуществить композицию следует подумать: «а не оставить ли это место белым?»

Полностью покрашенный фарфор и даже фаянс, иногда рукой хорошего мастера, все-таки уводит от наблюдения прекрасного материала и формы к известной неопределенности и подчас вызывает досаду их-за непонимания этих материалов. Исключительно важно также понять и воспринять форму изделия, которая у начинающего в большинстве случаев будет не своя, а готовая, и создать, таким образом, вещь с единством формы и декора.

1. Общие сведения о работе надглазурными красками

Торговая надглазурная краска, обозначенная заводом-изготовителем определенным номером, выпускается в виде тонкого порошка. Она состоит из пигмента (собственно красящего вещества — красителя) и флюса (легкоплавкого состава).

Чтобы изготовить, например, бирюзовую надглазурную краску в порошке, на производстве поступают следующим образом. Приготавливают смесь флюса, состоящую из свинцового сурика, кварца, борной кислоты, которые сплавляют и затем измельчают. Для получения красителя бирюзового тона берут окись кобальта, окись цинка и хромоалюминиевые квасцы, смешивают их, прокаливают (при 1300—1350°C), измельчают, промывают, сушат и просеивают. Затем, взяв одну весовую часть красителя (пигмента) и три весовые части флюса, тонко размалывают их (смешивают), сушат и просеивают. В результате получается готовая бирюзовая краска в порошке.

При работе порошок «расправляется» с так называемым растворителем — чаще всего скипидаром, к которому могут быть добавлены: скипидарное, лавандовое масла, гуммиарабик, домаровая смола или капайский бальзам. Иногда эти краски расправляют на воде, добавляя сахар или глицерин, а также специально приготовленный декстрин. Расправленный (растертый) порошок — краску наносят кистью на глазурованное изделие.

Органическая часть смеси (масло, скипидар) при обжиге выгорает, а флюс, содержащийся в краске, «приплавляет» состав к глазури.

Из-за специфических свойств многие красители остаются в краске в суспензированном состоянии, а поэтому после обжига они в основном малопрозрачны или непрозрачны.

Чтобы получить промежуточный оттенок, не все краски можно смешивать между собой. Для повышения блеска красок в них можно добавлять флюс, но надо знать, какой именно, так как некоторые из них сильно изменяют цвет краски, а то и полностью ее обесцвечивают.

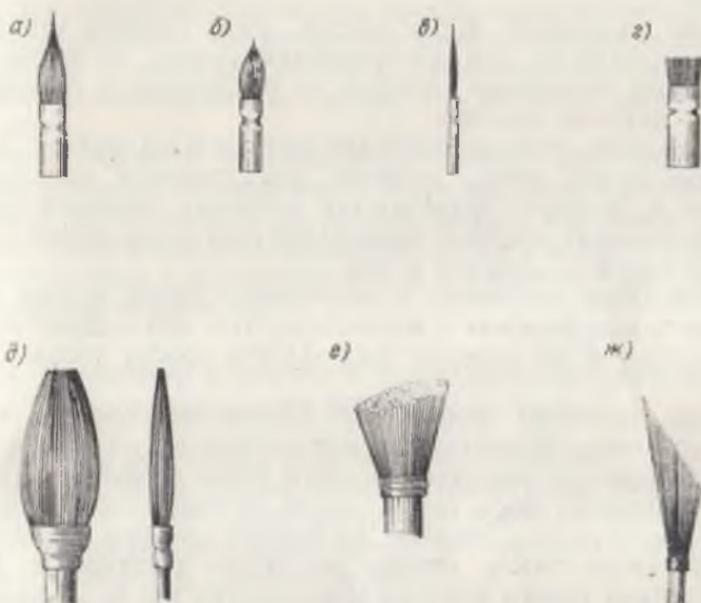


Рис. 80. Ассортимент кистей для живописных работ по керамике (наиболее крупные кисти — нулевые, а наиболее мелкие — № 8—10)

а — живописная длинная; *б* — живописная средняя; *в* — пестрочная (для «пестрения»); *г* — ленточная; *д* и *е* — крытельные большие; *ж* — отводочная

Все надглазурные краски или усиливают свой тон после обжига, т. е. становятся ярче, или весьма изменяют его; некоторые даже при небольшой передержке во время обжига частично или полностью выгорают.

Для надглазурной живописи применяют мягкие кисти, подобные акварельным, — колонковые и беличьи. Лучшие кисти — колонковые; они дефицитнее, но, приобретя такую кисть, ее можно сохранить на долгое время (рис. 80).

Первые опыты под руководством преподавателя должны быть направлены на освоение панесения кистью простого мазка (см. ниже). При серийном выпуске изделий применяют также пульверизацию через трафарет и многие другие методы.

Начинающему полезно иметь пробную палитру цветов красок, получающихся после обжига, нанеся их (например, на блюдце) за соответствующим номером на ту глазурную основу, с которой учащийся будет работать.

В дальнейшем следует соблюдать такие же условия «расправления» и толщину нанесенного слоя краски, как и при создании пробной палитры (более просвечивающиеся краски наносят толще). После приобретения известного опыта пробная палитра станет ненужной.

Помимо указанных выше кистей, надо завести стеклянные матованные палитры для расправления красок со скипидаром, «терпентином» (сваренные канифоль со скипидаром в соотношении 70 : 30) и другими маслами.

Весьма важно, чтобы комната для росписи была светлой. У рабочего стола нужно иметь шкафчик для хранения скипидарниц, бутылочек с маслами, пружинящих стальных шпателей (изгибающихся ножичков), агатовых карандашей (для полирования и цировки при золочении), куранта и пр.

Во избежание запыления и загрязнения одной краски другой лучше иметь еще шкафчик с восемью-десятью небольшими выдвижными палитрами, на которых расправлять краску только одного цвета.

Отсыпав шпателем необходимое количество порошка, к нему добавляют немного скипидарного или другого высыхающего масла, а затем скипидар. Консистенция смеси после перетиранья краски с маслами должна быть такой, чтобы краски хорошо «брались» на кисть и не стекали с изделия. Критерием при этом служит проба капли краски на стекле, которая не должна растекаться. Не все краски требуют одного и того же количества масла. Лучше всего краску приготовить за несколько часов до работы, а иногда и за сутки, но в таком случае — на одном скипидаре. При отлеживании краски скипидар загустевает. В дальнейшем по мере необходимости можно добавлять масло или скипидар. Такая краска за время отлеживания равномерно смачивается разбавителем (т. е. маслом) и весьма удобна в работе.

Как в акварели можно определенными количествами воды ослабить или усилить тон краски, так и указанными маслянистыми препаратами можно достичь этого в керамической живописи.

Разнообразие физико-химических свойств данных красок, подвергающихся сравнительно высокому огню, при котором они резко изменяются, требует накопления большого опыта для самостоятельной работы с ними.

Иногда приходится наблюдать, как эту технику начинают осваивать уже зарекомендовавшие себя художники или рисовальщики, но не керамисты, намереваясь освоить ее «за два-три дня». Однако это всегда кончалось глубоким разочарованием и бегством.

Ряд красок, как было отмечено, сильно выгорает после обжига, например селеновая коралловая, что заставляет наносить их более

толстым слоем, чем другие. Одни краски требуют быстрых безостановочных мазков, например некоторые синие, а иные — становятся синичком интенсивными или совершенно меняют свой дообжиговый цвет. Подобные свойства не дают права относиться к ним поверхностно.

При сложных и многоцветных композициях нанесенные краски могут потребовать двух, трех и больше обжигов, т. е. ступенчатого обжига. Тогда в первую очередь должны быть обожжены высокожгущиеся краски, а затем селеновые или золотосодержащие.

Так как кроющая способность красок после обжига различна и не всегда большая, то достаточно сложно овладение даже техникой мазка. С этого собственно и начинается обучение технике живописи керамическими красками, что является залогом будущего успеха.

Изучение свойств надглазурных красок даст возможность достигать больших декоративных эффектов, как, например, просвечивания одного фона через другой (лессирование) или выщелачивания, получения рельефа, инкрустации или комбинации надглазурной росписи с подглазурной, что так развито было еще у давних китайских керамистов.

2. Подготовка к живописи надглазурными красками по фарфору

Как отмечалось выше, надглазурная живопись применяется в основном на белом товаре: фарфоре, фаянсе (на «белье»).

Инвентарь и опробование красок. Для работы необходимо иметь хорошую матовую стеклянную плиту с курантом (см. рис. 61), ступенчатый скипидар, различные масти и кисти (рис. 80), шпатели, скребки (рис. 81), стеклянные стаканчики для скипидара и чистые хлопчатобумажные тряпки.

При раздавливании на матовом стекле небольшого количества порошка долго лежавшей краски порошок иногда «скрипит». В этом случае его надо тщательно перетереть. Краску высыпают на большое матовое стекло, добавляют немного воды и растирают стеклянным или фарфоровым курантом кругообразными движениями против часовой стрелки до тех пор, пока под ним не будут чувствоваться «песчинки». Затем краску высушивают. (Пурпурную краску не следует растирать на воде, а только на скипидаре).

После этого надо сделать палитру обожженных красок, как указано выше. Для получения нежных тонов рекомендуется разбавлять краску флюсом, отмечая соотношения флюса и краски и объемных или весовых количествах.

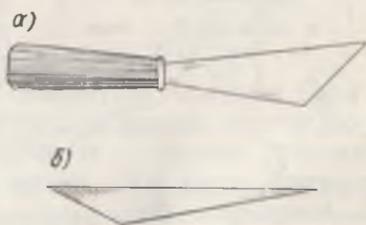


Рис. 81. Шпатели: а — стальной; б — роговой

Приготовление матового стекла (плиты). Берут стекло толщиной 4—5 мм (лучше зеркальное) с размерами 40 × 40 см. Можно взять несколько таких стекол: для темных и светлых красок или еще лучше — для каждой краски отдельно. Тогда они могут иметь меньшие размеры, чем указано. Стекло посыпают чистым достаточно белым и тонким песком (лучше кварцевым) и смачивают водой. Затем растирают песок курантом до образования матовой поверхности и начисто смывают остатки его водой. После просушивания стекло можно протереть скипидаром.

Приготовление скипидарного масла. Достаточно чистым скипидаром является так называемый «русский». Самый простой способ приготовления скипидарного масла заключается в следующем:

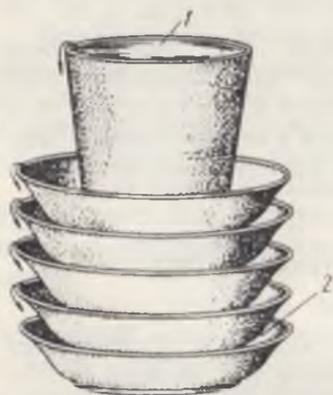


Рис. 82. Получение скипидарного масла

1 — скипидар; 2 — масло

скипидар наливают в широкогорлую посуду и ставят в теплое место для испарения (например, на радиатор). Но так как этот процесс довольно медленный, то можно рекомендовать другой способ: взять пять-шесть блюдечек и поставить их друг на друга, а наверх поставить стакан, в который налить и затем подливать скипидар так, чтобы он почти переливался через край. Скипидар имеет свойство «сползать» вниз весьма тонкими слоями; на своем пути он быстро испаряется и сгущается (рис. 82). В стакане со скипидаром можно полоскать кисти, так как краска оседает на дно.

О шпателях. Для темных красок надо иметь стальные шпатели с деревянной ручкой, косо и кругло срезанные и достаточно пружинящие. Однако даже такие шпатели «натирают» небольшое количество железа, которое может придать дополнительную окраску расправляемому составу; поэтому для светлых красок (например, для пурпурной, розовой, слоновой) лучше иметь еще роговые или пластмассовые шпатели (рис. 81).

Палитра сырых красок и выбор кисти. Начинаящим рекомендуется пользоваться матовым стеклом, на котором растирать лишь потребное для выполнения задания небольшое количество краски, а на следующий день готовить свежую. В дальнейшем, по мере расширения заданий (например, при росписи сервиза), требующих больше одних и тех же красок, целесообразно заготовить их в большем количестве и уложить в лунки коробки из фарфорового пласта. Такую палитру можно сделать с крышкой, благодаря чему краски будут хорошо сохраняться.

Кисти, как видно из рис. 80, могут быть короткими, длинными, длинноволосыми и тупыми. Выбирая кисть, надо смочить ее водой, стряхнуть и попробовать на ладони,

не раздваивается ли ее кончик. Плохой кистью нельзя нанести хороший мазок.

Для нанесения непрерывной линии нужно иметь длинноволосую кисть; «напитав» ее краской, можно «отдавать» последнюю в виде ровной полоски довольно долгое время. Толстые кисти служат для покрытия фона большими, широкими мазками, которые сразу же обрабатываются круглыми срезанными кистями. Делается это легким постукиванием срезанным концом, держа его вертикально к только что наложенной краске, чем и уравнивают фон.

Кисти после употребления должны быть тщательно вымыты скипидаром. Тупые и скошенные — лучше мыть горячей водой с мылом. Чистые кисти хранят в банке в стоячем положении волосом вверх.

3. Роспись красками

Мазок и орнамент. Покрыв стол клеенкой или листом бумаги и разместив на нем несколько кистей разной величины, шпатель, чистую тряпку, стаканчики со скипидаром и скипидарным маслом, — учащийся садится к столу так, чтобы свет падал с левой стороны.

Начинающему следует пользоваться только одной краской и не переходить к многокрасочным рисункам до тех пор, пока рука не научится пользоваться кистью и наносить правильные мазки. Чересчур жидко расправленная краска не даст хорошего мазка, так как в конце его будет оставаться капля, а при слишком жирной краске мазок будет расплываться и не сохранит своей формы. Однако для живописи требуются различно приготовленные краски. Для тонкого и мелкого рисунка (цветов или орнамента) краска должна быть сухие; для пейзажа, неба — жирнее; для крытья фона — очень жирной.

Краску набирают на чуть смоченную скипидаром кисть с кончика, понемногу, чтобы кисть была насыщена ею равномерно и чтобы с одной стороны ее не было больше, чем с другой. Затем в левую руку берут изделие (лучше пока плоское) и прижимают краем к столешнице так, чтобы оно было неподвижно. Правую руку кладут от кисти до локтя на стол (рис. 83).

Осторожно прикоснувшись кончиком кисти к поверхности фарфора, рукой делают нажим. На половине движения нажим прекращают и, не отрывая кисти, начинают медленно поднимать руку, пока



Рис. 83. Положение рук при росписи. Правую руку кладут на стол, а в левую берут изделие и прижимают его к столу

мазок не сойдет «на нет». Чем сильнее нажим, тем больше будет мазок. Конечно, каждый размер кисти имеет свой предел величины мазка (рис. 84). Первоначально рука будет двигаться плохо и мазки будут однобокими.

М а з о к — основа всей техники живописи; на нем основываются орнамент, пейзажи, портреты.

Если мазок хорошо вышел в направлении, показанном на рис. 84, б, то следует путем повторения его на одинаковом расстоянии друг от друга сделать растительный орнамент (рис. 84, в). Если прибавим к этому стебель, маленький листик или ягоду (рис. 84, г), то получим простейший бордюр для чашки. Располагая однородные мазки вокруг центра, получаем простейшие стилизованные цветы (рис. 84, д). Одной и той же кистью можно изобразить и тупой и острый лист. Для нанесения тупого листа надо набрать побольше краски и начать прямо с нажима конца кисти.

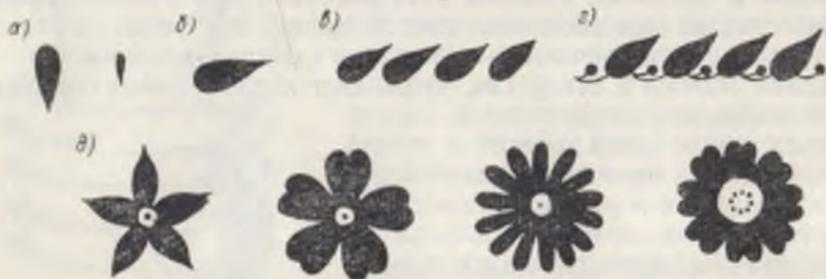


Рис. 84. Простейший орнамент на основе мазка

Живопись по глазурированному фарфору имеет для начинающего свои преимущества, заключающиеся в том, что неверно нанесенный мазок можно легко смыть скипидаром или стереть чистой тряпкой без ущерба для остальной композиции.

Особого навыка требует проведение тонких длинных линий. Рука должна «дотянуть» их от начала до конца длинноволосой кистью с одного раза.

Перевод рисунка. Рассмотрим основные способы перевода рисунка.

Отпечатывание. Берут кальку и прорисовывают на ней мягким карандашом рисунок (копируют с бумаги). Затем этот же рисунок повторяют с обратной стороны. Наложив кальку обратной стороной на фарфор, проглаживают рисунок ногтем, кончиком карандаша или лучше всего — костяной палочкой (шпатель). Рисунок вполне четко отпечатается на изделии.

Припорох. Нанесенный на кальку контур прокалывают с задней стороны тонкой иглой, подложив под рисунок что-нибудь мягкое, например кусок сукна. Расстояние между отдельными проколами может составлять 1—3 мм. Затем надо сделать тампон, свернув в трубочку кусок сукна, и перевязать его.

Для припороха надо растолочь древесный уголь в порошок. Кончиком суконного тампона набирают угольный порошок и, наложив кальку на фарфор передней стороной кверху, придерживая ее, проводят по контуру тампоном. Уголь, проникая в наколы, создает пунктирный контур рисунка на фарфоре. *Не следует* проводить тампоном дважды по одному и тому же месту.

Недостатком данного способа является трудность его применения на круглой поверхности из-за сложности соблюдения правильного положения кальки. Для большего удобства можно выкраивать ее по форме обрабатываемого изделия, а при наложении — прикрепить маленькими кусочками пластилина или воска.

Р и с у н о к. Для творчески работающего художника лучше всего поскорее перейти к нанесению рисунка от руки, т. е. пробовать рисовать на фарфоре карандашом. Чтобы карандаш рисовал по фарфору так же, как и по бумаге, надо слегка смазать его поверхность скипидарным маслом, взятым на чистую тряпочку, и подсушить.

Отводка. Расписанное изделие, особенно чашку или тарелку, очень часто требуется «отвести», т. е. сделать своего рода рамку. Для этого по краю наносят тонкую полоску краской или золотом, что во многих случаях способствует завершенности декора и украшает изделие.

Ровно и скоро сделать отводку можно с помощью турнетки, на которой для ориентировки нанесены концентрические круги (см. рис. 62). Отводчик садится близ угла стола так, чтобы ему было удобно положить на столешницу правую руку, а рядом устанавливает турнетку с изделием, которую он будет поворачивать левой рукой. Приведя турнетку в движение, слегка подталкивают изделие правой рукой, лежащей на столе, чтобы оно встало на центр. При поворачивании турнетки изделие не должно «бить». После этого берут длинную кососрезанную кисть, набирают на нее краску и, установив прочно руку на столе, начинают «отводить».

4. Муфельный надглазурный обжиг

Надглазурные краски рассчитаны на обжиг в окислительной среде с изоляцией от прямого воздействия пламени; поэтому такие краски называют иногда м у ф е л ь н ы м и.

Наиболее оптимальный обжиг надглазурных красок достигается в электрических муфельных печах периодического действия. С экономической же точки зрения более выгодны печи, действующие непрерывно (см. гл. 21).

Для электрических печей периодического действия, работающих по принципу загрузка — обжиг — выгрузка, должны быть разработаны режимы применительно к тому или иному ассортименту обжигаемых изделий с учетом примененных красок и характеристики декора (способа).

Обжиг надглазурных красок осуществляется в интервале температур 650—900° С. Краски при этом должны в известной мере

вплавиться в глазурь, поэтому, при прочих равных условиях, на твердых высокожгущихся глазурах их обжигают выше, чем на мягких, например майоликовых. Краски проявят себя во всех случаях, но не исключена возможность уменьшения или увеличения блеска.

Муфельный обжиг по сравнению с другими осуществляется сравнительно быстро. Скорость подъема температуры может достигать до $250\text{--}350^\circ\text{C}$ в час. Обязательным условием является равномерность и некоторое замедление подъема температуры в начале обжига, когда образуется много газообразных продуктов вследствие выгорания связующих масел приблизительно до $300\text{--}400^\circ\text{C}$. Если не учесть это, краски, как правило, вспучиваются и «собираются». Необходимо до температуры $450\text{--}500^\circ\text{C}$ не закрывать плотно муфель, оставляя открытым либо смотровой глазок, либо немного дверцу. Это так называемый период прокурки.

При температурах $600\text{--}650^\circ\text{C}$ происходит размягчение многих глазурей и расплавление флюсов, содержащихся в краске. *Не следует* доводить температуру красок выше 900°C , так как при этом многие составы интенсивно разлагаются: входящие в них красящие окислы переходят из одной формы окисления в другую. В результате наступает несвойственное данной краске изменение цвета и даже выгорание.

Конечный подъем температуры от 650 до 900°C желательно вести как можно скорее, ибо при этом флюс будет плавиться довольно быстро, а при промедлении он может вступить в нежелательное, слишком тесное взаимодействие с основой глазури и красителем. Кроме того, так как находящиеся в красках свинцовые соединения склонны к частичному улетучиванию, то чем короче конечный период обжига, тем краски будут более сочными и яркими.

Охлаждение надо осуществлять постепенно, поскольку в противном случае всегда возможно растрескивание крупных изделий, особенно фаянсовых. В то же время небольшие фарфоровые изделия можно охлаждать быстро, так как цвет красок и их сочность от этого не страдают, а термостойкость фарфора относительно высока.

При использовании печей муфельного типа (см. гл. 21), нагреваемых не электричеством, а твердым или жидким топливом, топочные газы, содержащие сернистые соединения, способны проникать через мельчайшие поры муфельной коробки и придавать краске излишнюю матовость, обусловленную образованием невидимых глазом кристаллических сульфатов. В этом случае муфель надо промазывать изнутри смесью сурика с каолином или какой-либо беложгущейся глиной с легкоплавкой неокрашенной глазурью.

Выгрузка изделий производится тогда, когда они достаточно хорошо остыли при естественном охлаждении муфеля и почти до комнатной температуры.

Выгруженные изделия *нельзя* оставлять на сквозняках, особенно если выгрузка их происходила при повышенной температуре.

— ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ —

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

СВЕДЕНИЯ ИЗ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Нельзя стать хорошим керамистом-художником, творчески работающим в материале, без знания основных положений практической химии.

В настоящей главе приведены необходимые керамисту-художнику сведения из неорганической химии, даны краткие характеристики простых и сложных веществ, которые могут встретиться в его практике (без изучения теории строения атома).

1. Некоторые понятия в химии

Наименьшей элементарной частицей для обычных реакций будем считать атом (что значит «неделимый»). Каждый отдельный атом можно назвать химическим элементом. В атомистической теории химический элемент рассматривается как вид атомов с определенной совокупностью свойств. В настоящее время открыто и изучено свыше ста элементов (см. таблицу элементов в приложении 3). На практике мы имеем дело не с элементами, а с простыми и сложными веществами.

Так, например, вода состоит из водорода и кислорода. Однако они содержатся в ней (помимо растворенного кислорода) не в виде газообразных водорода и кислорода, а в виде элементов водорода и кислорода. Когда же эти элементы будут находиться в «свободном состоянии» (как сочетание одинаковых атомов), то они образуют простые вещества: водород и кислород. Чистое, например, железо — это простое вещество, чистая вода — сложное вещество, так как в ней содержатся два элемента: водород и кислород.

Атомный вес (масса).* В настоящее время за единицу атомного веса (массы) принята $1/12$ часть массы атома изотопа** углерода, обозначаемого C^{12} .

* По новой терминологии — атомная масса.

** Изотопами называют атомы одного и того же элемента, имеющие несколько отличающиеся между собой массы. В таблице элементов атомные массы являются средними значениями из массовых чисел изотопов.

Атомной массой элемента называют массу его атома, выраженную в углеродных единицах. Согласно этой шкале относительная масса, например, водорода равна 1,00797 углеродных единиц.

Молекула. Молекулярный вес. Валентность. Если два простых вещества, скажем серу и железо, смешаем друг с другом, то получим механическую смесь, в которой с помощью лупы или микроскопа можно различить взятые вещества. Но если эту смесь нагреть, то произойдет особый процесс: соприкасающиеся друг с другом частицы смеси перейдут в химическое соединение. В нем мы уже не обнаружим прежних свойств отдельных простых веществ, например форму, окраску, электропроводность, удельный вес и т. п. Мы получим новое вещество с совершенно иными свойствами — сернистое железо, конечно, весьма не похожее на железо и серу.

Если соединились друг с другом простые вещества, то, видимо, то же самое произошло и с отдельными атомами этих веществ. Такое соединение из атомов называется молекулой. Молекула, следовательно, является наименьшей частицей соединения, которая обладает одинаковыми химическими свойствами, как и все соединение.

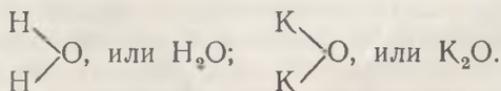
Зная атомные веса, можно найти молекулярный вес, который получим путем сложения отдельных атомных весов элементов соединения.

Молекулярный вес воды (H_2O) будет складываться из двух атомных весов водорода и одного атомного веса кислорода, т. е. округленно будет равняться 18 (см. таблицу в приложении 3).

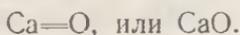
Способность одного элемента соединяться с тем или иным количеством атомов другого элемента во многом зависит от их валентности (числа валентности). Необходимо твердо запомнить, что водород всегда одновалентен, а кислород — двухвалентен.

Выпишем из таблицы приложения 3 некоторые элементы, но со структурным их изображением, т. е. с черточками, показывающими наиболее часто встречающуюся их валентность, которая может меняться (табл. 1).

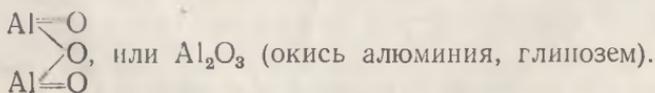
Кислород может связать два атома водорода, а также два атома калия или другого одновалентного элемента:



Атом кальция, как видим из табл. 1, двухвалентен, поэтому кислород может связать только один его атом:



Несколько сложнее обстоит дело с атомом алюминия:

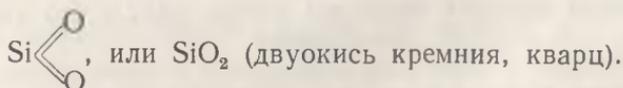


Символы, валентность и изображение валентности некоторых элементов

Русское название элементов	Символ	Валентность	Возможное структурное изображение валентности
Водород	H	1	H—
Натрий	Na	1	Na—
Калий	K	1	K—
Медь	Cu	1; 2	Cu—; Cu=
Магний	Mg	2	Mg=
Кальций	Ca	2	Ca=
Цинк	Zn	2	Zn=
Алюминий	Al	3	Al $\left\langle$
Углерод	C	2; 4	C=; =C=
Кремний	Si	4	=Si=
Свинец	Pb	2; 4	Pb=; =Pb=
Азот	N	5	—N $\langle\langle$
Фосфор	P	5	—P $\langle\langle$
Кислород	O	2	O=
Сера	S	2; 4; 6	S=; =S=; =S $\langle\langle$
Фтор	F	1	F—
Хлор	Cl	1	Cl—
Железо	Fe	2; 3	Fe=; Fe $\left\langle$

Два трехвалентных атома алюминия могут связать три двухвалентных атома кислорода.

Для кремния можно написать так:



Следует запомнить, что в бинарных соединениях общее число валентностей всех атомов одного элемента равно общему числу валентностей всех атомов другого элемента.

Валентность определяется как число, показывающее, сколько атомов водорода (или другого одновалентного элемента) может удерживать в соединении один атом интересующего нас элемента. Но валентность некоторых элементов может меняться в

зависимости от созданных нами условий для взаимодействия элементов. Углерод, например, может быть двух- и четырехвалентным. Если топливо сжигалось при недостатке воздуха, получится соединение $C = O$ (угарный газ CO), а при избытке воздуха: $C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O \end{matrix}$ (двуокись углерода CO_2). Элементы с валентностью больше восьми неизвестны.

Окисление и восстановление. Процесс образования соединения с кислородом называют окислением. Многие вещества окисляются, если они непосредственно соприкасаются с кислородом воздуха. Но окисляться вещества могут и при других обстоятельствах, когда происходит отдача кислорода богатым кислородом соединения (окислителю) другому веществу (восстановителю).

Явление, противоположное окислению, называют восстановлением; это есть переход окисленного соединения в соединение менее окисленное или полностью восстановленное.

Водород и углерод считаются энергичными восстановителями.

В керамике используют реакции восстановления для получения весьма декоративных глазурей «восстановительного огня» (см. гл. 19).

В свете современной теории строения атома процессы окисления и восстановления, конечно, гораздо сложнее.

Химическое уравнение. Грамм-молекула. Грамм-атом. Взаимодействие как двух элементов (простых веществ), так и сложных соединений изображают химическим уравнением реакции; так, например,



это значит, что железо и сера соединяются в сернистое железо; получается не смесь элементов, а соединение с новыми свойствами. При этом важную роль играют температура и другие условия, при которых происходят реакции.

Приведенное уравнение, кроме процесса взаимодействия, выражает еще и следующее: один атом Fe и один атом S соединяются в одну молекулу FeS.

Из таблицы атомных весов мы можем найти, что атомный вес Fe = 55,85, а S = 32,06 (округленно).

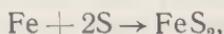
55,85 г железа и 32,06 г серы называют соответственно: один грамм-атом железа и один грамм-атом серы, а 87,91 г сернистого железа называют: одна грамм-молекула или коротко один моль сернистого железа. Таким образом, один грамм-атом или одна грамм-молекула

* Вместо знака \rightarrow можно ставить знак \rightleftharpoons , если не подчеркивать, в каком направлении хорошо идет реакция при данных условиях. Реакция может быть обратимой, тогда ставят знак \rightleftharpoons .

вливаются числами, соответствующими атомным и молекулярным весам, но выраженными в граммах. Две грамм-молекулы двуокиси кремния (2SiO_2) соответствуют округленно 120 г кремнезема, или песка.

Из примера соединения железа с серой видно, что весовое отношение железа и серы 55,85 : 32,06 можно упростить как 7 : 4, т. е. 7 частей железа соединяются с 4 частями серы. Если же смешаем 8 частей железа и 4 части серы, то 1 часть железа будет лишней, т. е. не будет участвовать в реакции или просто окислится кислородом воздуха.

Рассмотрим еще одно соединение серы с железом — пирит:



или

$$55,85 \text{ г} + 64,12 \text{ г} = 119,97 \text{ г}.$$

Здесь указанное выше отношение получится как 7 : 8; расход серы будет точно в два раза большим, чем в первом случае. Оказывается, что реакция соединения происходит по совершенно определенным весовым соотношениям, т. е. отдельными кратными порциями, отдельными соединительными весами или паями.

О законах кратных отношений и эквивалентов. Если проанализировать такие различные газообразные вещества, как метан (болотный газ, CH_4) и этилен (C_2H_4), то в том и другом случае будут обнаружены только углерод и водород. Приняв процентное количество водорода в том и другом случае за единицу, найдем, что углероду, полученному из метана, соответствует цифра 3, а углероду из этилена — кратная цифра 6 (относятся между собой как небольшие целые числа):

Соединение	Состав, %		Состав в весовых частях	
	углерод	водород	углерод	водород
Метан	75	25	3	1
Этилен	85,71	14,29	6	1

Из вышеприведенного следует:

$$3 : 6 = 1 : 2.$$

Если рассмотреть некоторые другие соединения с водородом, то найдем, например, что 1 весовая часть (в.ч.) водорода соответствует 35,5 в.ч. хлора, 23 в.ч. натрия и т. д. Самое интересное то, что все эти элементы могут соединяться не только с водородом, но и между собой, однако лишь теми порциями (соединительными весами), которыми они участвовали, соединяясь с 1 в.ч. водорода. Например, чтобы образовалась поваренная соль (NaCl), надо иметь

35,5 в.ч. хлора и 23 в.ч. натрия. Такой соединительный вес называют эквивалентным весом.

Эквивалентом элемента условились считать весовое количество его, соединяющееся с 1 в.ч. водорода или с 8 в.ч. кислорода или замещающее их в соединениях.

Эквивалентный вес можно найти делением атомного веса элемента на его валентность. Понятие «эквивалентный вес» в химии распространяется также на сложные вещества.

Для дальнейшей практики в керамике полезно запомнить, что эквивалент кислоты равен ее молекулярному весу, деленному на количество атомов водорода, способных замещаться металлом.

Эквивалент основания равен молекулярному весу, деленному на валентность соответствующего металла.

Эквивалент соли равен молекулярному весу, деленному на количество атомов металла и на валентность.

Химическая формула и формульный вес. В керамике для изготовления свинцовых майоликовых глазурей применяют соединения свинца с кислородом, например свинцовый глет. При керамических расчетах (см. гл. 13) пользуются его формулой — PbO . Почему эту формулу пишут именно PbO , т. е. один атом свинца и один атом кислорода, а не Pb_2O_2 , ведь, например, формула этилена C_2H_4 , а не CH_2 , хотя последняя проще.

Химики-аналитики установили, что в глете, в пределах ошибки опыта, содержится 93% свинца и 7% кислорода. Для нахождения формулы обозначим число атомов свинца в такой молекуле через x , а число атомов кислорода — через y .

В таблице Менделеева найдем, что свинцу соответствует атомный вес (с округлением) 207, а кислороду — 16. Если вес одного атома свинца равен 207, то общий вес атомов будет $207x$, соответственно для кислорода — $16y$. Отношение этих весов должно быть равно отношению весовых количеств свинца и кислорода в любом количестве глета, сколько бы мы его не взяли для анализа. Поэтому напомним:

$$207x : 16y = 93 : 7.$$

Если освободиться от коэффициентов, получим:

$$x : y = \frac{93}{207} : \frac{7}{16} = 0,45 : 0,44,$$

т. е. в данном соединении (глете) количество атомов свинца относится к количеству атомов кислорода, округленно, как 1 : 1. Поэтому мы пишем формулу: PbO . Но такое же отношение будет, если мы напишем Pb_2O_2 или Pb_3O_3 и т. д. В данном случае мы пишем все же PbO , но не потому, что так написать проще, а потому, что при установлении истинной формулы надо руководствоваться не только анализом, но и непосредственно установленным молекулярным весом вещества (физическим методом), что иногда удваивает, утраивает

и т. д. молекулярный вес. В нашем же случае молекулярный вес может быть назван простейшим формульным весом; им пользуются при керамических расчетах, как и молекулярным истинным весом.

2. Окислы, кислоты, основания, соли

Окислы.* Известные нам элементы можно разделить на металлы и металлоиды (неметаллы), без резкой грани между ними, но для последних характерно отсутствие металлического блеска, ковкости и др. Для всех элементов, кроме так называемых инертных газов, прямым или косвенным путем могут быть получены соединения с кислородом — окислы (окиси), многие из которых очень важно знать керамистам. Окислы бывают кислотные и основные.

Если реагируют углерод и кислород, то в результате мы можем получить двуокись углерода (углекислый газ):



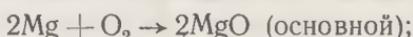
Сера горит ярким синим пламенем и образует газ с запахом плохих спичек. Реакцию окисления следует написать так:



получается двуокись серы (сернистый газ).

В указанных случаях с кислородом соединялись металлоиды. Соединение же металла с кислородом дает основной окисел («щелочной»).

Металлический магний горит на воздухе:



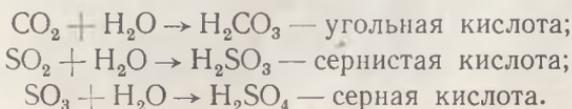
при этом получается белый порошок окиси магния.

При известных условиях образуется:



Кислоты. Многие неметаллические окислы (окиси) растворяются в воде, образуя кислые на вкус жидкости — кислоты. Кислотами называют вещества, содержащие атомы водорода, способные при реакции замещаться атомами металлов.

Реакции образования некоторых кислот следующие:



* При соединении элемента с кислородом в валентных соотношениях получается окисел данного элемента.

** Здесь и ниже кислород как простое вещество состоит из двух атомов кислорода: O_2 .

В сернистой кислоте, как видно из окисла, сера четырехвалентна, а в серной кислоте она шестивалентна, чем объясняется изменение названия.

Однако известны еще весьма важные соединения, водные растворы которых дают бескислородные так называемые г а л о г е н о - водородные кислоты,* например:

HF — фтористоводородная кислота (плавиковая кислота);

HCl — хлористоводородная кислота (соляная кислота).

Керамисту надо хорошо запомнить несколько широко известных кислот: серную H_2SO_4 ; азотную HNO_3 ; соляную HCl; фосфорную H_3PO_4 ; плавиковую HF; угольную H_2CO_3 (непрочная в обычных условиях, она распадается на CO_2 и H_2O ; соли ее устойчивы).

Основания (щелочи). Основания называют вещество, молекула которого состоит из атома металла и одной или нескольких гидроксильных групп OH (одновалентная группа атомов; остаток от воды).

Основания, хорошо растворяющиеся в воде и получающиеся непосредственным соединением окислов металлов с водой, обнаруживая большую едкость, называются щелочами:

$K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH$ — гидроокись калия (едкое кали);

$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$ — гидроокись натрия (едкий натр);

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ — гидроокись кальция.

Следует упомянуть особое соединение — нашатырный спирт (NH_4OH), который получается при растворении газообразного аммиака в воде и дает сильно щелочную реакцию.

Для распознавания того, что мы имеем в наличии, — кислоту или основание (щелочь), применяют индикаторы. Соприкасаясь с кислотой или щелочью, они соответственно изменяют свою окраску.

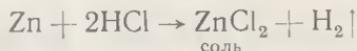
Большинство оснований может быть получено только косвенным путем, а не прямым присоединением воды к окислу. Состав же их таков, как если бы соответствующие окислы прямо соединялись с водой: $Zn(OH)_2$, $Cu(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$.

Таким образом, окислы металлоидов (неметаллов) образуют с водой кислоты, а металлов — основания (щелочи).

Соли. Солями и называют вещества, в состав молекул которых входят атомы металлов, связанные с кислотными остатками. Иными словами, это как бы кислота, в которой водород полностью или частично замещен металлом. Например, $CaSO_4$ (гипсу) соответствует кислота H_2SO_4 (серная).

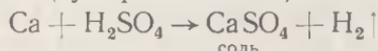
Напишем уравнения образования некоторых солей.

Цинк и соляная кислота образуют хлористый цинк (хлорид) и водород:



* Галогенами называются фтор, хлор, бром, йод.

Кальций и серная кислота в известных условиях образуют сернокислый кальций (сульфат кальция) и водород:



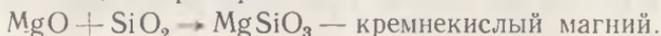
При написании реакций нужно знать формулы веществ, взятых в реакцию и получающихся в результате реакции. Первые пишут слева уравнения, а вторые — справа. Затем левую часть уравнения (исходные вещества) уравнивают с правой (полученные вещества) путем подбора коэффициентов, которые ставят слева от соединения и которые относятся ко всем атомам, входящим в соединение.

Формально соль можно рассматривать как соединение, состоящее из двух частей: металла и остатка от кислоты. Кислотный остаток (группа атомов) имеет определенную валентность, соответствующую числу мысленно отнятых атомов водорода от соответствующей кислоты.

В зависимости от валентности кислотного остатка с ним можно связать определенное число атомов металла. Остаток от серной кислоты «=SO₄» двухвалентен, так как в нем для образования серной кислоты не хватает двух атомов водорода. Поэтому с ним можно связать два атома одновалентного или один атом двухвалентного металла, например: Ca = SO₄, или CaSO₄ — сернокислый кальций.

В тех случаях, когда все атомы водорода замещены металлом, получаются так называемые **средние соли**. Но от кислоты можно отнять и не все атомы водорода. Например, мысленно отняв один атом водорода от угольной кислоты H₂CO₃, получим остаток «—HCO₃». Этот остаток будет одновалентен и, например, натриевая соль будет кислой: NaHCO₃ — кислый углекислый натрий (питьевая сода, бикарбонат натрия) — кислая соль; Na₂CO₃ — углекислый натрий (сода) — средняя соль.

Взаимодействие основного окисла (дающего основание) с кислотным (дающим кислоту) при известных условиях нагрева может дать тоже соль, например:



Подобные реакции очень часто осуществляют в керамике.

Если кислота, в которой не все атомы водорода замещены металлом, дает **кислую соль**, то основание, в котором остались группы OH, дает **основную соль**. Валентность остатка основания определяется по числу мысленно отнятых гидроксильных групп OH. Например, чтобы написать основную медную соль угольной кислоты, представим себе, что в основании Cu(OH)₂ осталась одна группа OH, т. е. одновалентный остаток «—CuOH»; тогда основная соль будет (CuOH)₂CO₃, или Cu₂(OH)₂CO₃, — основная углекислая медь.

Помимо нормальных (средних), кислых и основных солей существуют еще двойные и комплексные соли.

В **двойных солях** часть атомов водорода замещена одним металлом, а часть — другим, например, KNaSO₄ — двойная

сернокалиевонатриевая соль, или сернокислый калий натрий. В природе, например, встречаются такие двойные соли: $KCl \cdot NaCl$ — сильвинит; $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ — доломит; $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ — малахит.

Стехиометрический расчет. Если нужно определить, например, сколько процентов CuO содержится в обычной кальцинированной сернокислой меди $CuSO_4$ и сколько — в кристаллической $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (медный купорос), то поступают следующим образом: находят молекулярные веса $CuSO_4$ (159,6), $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (249,6) и CuO (79,5).

Для первого случая 159,6 в.ч. — это 100%, а содержащиеся в них 79,5 в.ч. — это $x\%$:

$$x = \frac{79,5 \cdot 100}{159,6} \approx 49,8\% \text{ CuO.}$$

Для второго случая:

$$\left. \begin{array}{l} 249,6 - 100 \\ 79,5 - x \end{array} \right\} x = \frac{79,5 \cdot 100}{249,6} \approx 31,9\% \text{ CuO.}$$

В кристаллической соли CuO гораздо меньше в процентном отношении, что важно знать при керамических расчетах.

Двойные окислы, сульфиды, амфотерные окислы. Природные минералы богаты двойными окислами и двойными сульфидами (соединениями с серой). Например:

магнитный железняк (магнетит) $FeO \cdot Fe_2O_3$, или Fe_3O_4 ;

хромистый железняк $FeO \cdot Cr_2O_3$, или $FeCr_2O_4$;

медный колчедан $Cu_2S \cdot Fe_2S_3$.

Щелочную реакцию (в воде) имеют в основном только щелочные (например, Na_2O , K_2O и др.) и так называемые щелочноземельные окислы (например, CaO , BaO и др.). Остальные, особенно окислы тяжелых металлов, не дают этой реакции. Но такие окислы не имеют и кислотных свойств, как это обнаруживают, например, окислы неметаллов. Они занимают среднее положение и могут образовать как гидроксид (основание), так и кислоту; их называют амфотерными окислами. Примером их служат ZnO , Al_2O_3 , Cr_2O_3 и др.

Соответствующие гидроксиды также обладают двойственным характером, являясь основаниями и кислотами.

Ряд двойных окислов, в которых обычно один металл двухвалентен, а другой — трехвалентен, называют шпинельными соединениями, по примеру природной шпинели: магнии-алюминиевая шпинель $MgO \cdot Al_2O_3$.

В керамике стали широко применяться краски типа шпинелей; они весьма устойчивы под глазурию (см. гл. 7).

3. Примеры названий соединений

Если элемент образует с кислородом одно соединение, то к названию соответствующего элемента, с которым связан кислород, добавляется слово «окись»: окись натрия Na_2O .

Оксиды металлов с постоянной валентностью называют оксидами. Оксиды, имеющие меньшую и большую валентность, произносят как закись и окись: закись железа FeO , окись железа Fe_2O_3 .

Неметаллические оксиды — это ангидриды кислот (ангидрид — «безводный»).

Число кислородных атомов обычно оттеняют по соответствующему названию кислоты, т. е.

серный ангидрид SO_3 — серная кислота H_2SO_4 ;

сернистый ангидрид SO_2 — сернистая кислота H_2SO_3 .

В некоторых случаях количество атомов кислорода определяют как «двух» (дву), «трех», «четырёх» и т. д., например: двуокись азота NO_2 .

Если образующий кислоту элемент проявляет свою высшую валентность, то употребляют название с окончанием «ная», а с низкой валентностью — «истая» (см. выше).

Основания обозначают термином гидроксид, к которому прибавляют название элемента (см. выше).

Соли можно называть по названиям соответствующих кислот и металлов, например; сернокальциевая соль CaSO_4 , или сернокислый кальций.

Весьма распространены названия, образованные по образцу иностранных, при которых неметаллы имеют окончание «ит», например: сульфат кальция CaSO_4 ; карбонат цинка ZnCO_3 .

Кислые соли двуосновных* кислот называют: бикарбонат натрия NaHCO_3 , или гидрокарбонат и гидросульфат натрия NaHSO_4 .

Основные соли: одноосновной хлорид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$; двуосновной хлорид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$.

Солям бескислородных кислот дают название, содержащее корень от латинского наименования элемента (образующего кислоту) с окончанием «ид», например: хлорид калия KCl (хлористый калий).

Для справок приводим некоторые обыденные (торговые) названия солей:

Медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Железный купорос $\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Селитра KNO_3

Сода (кальцинированная)

Na_2CO_3

Поташ K_2CO_3

Ляпис AgNO_3

Каустик NaOH

Пушонка $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Бертолетова соль KClO_3

Чилийская селитра NaNO_3

Глауберова соль Na_2SO_4

Горькая соль $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Поваренная соль NaCl

Квасцы (двойная соль)

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$

* Основность кислоты может характеризоваться числом атомов водорода, которые могут быть замещены металлом.

4. Периодический закон Д. И. Менделеева

В 1869 г. все открытые и даже еще не открытые, но предсказанные, элементы были классифицированы великим русским ученым Д. И. Менделеевым на основании выведенного им периодического закона. Одной из главных черт закона является то, что изменение свойств элементов по мере увеличения атомного веса происходит не непрерывно в одном направлении, а имеет периодический характер.

В первом ряду (неполном) таблицы Д. И. Менделеева стоят два элемента: водород и гелий; этот период (и ряд) является первым — малым.

Следующие — второй и третий — ряды составляют соответственно два периода, в которых находится по 8 элементов. Это тоже малые периоды. Каждый начинается с металла и заканчивается инертными газами неон и аргоном. За металлом литием идет бериллий, с химической точки зрения — тоже металл, но двухвалентный, и, подобно литию, он может разлагать воду. Следующий элемент — бор — трехвалентен; хотя он и проявляет свойства металла, но для него более характерны металлоидные (неметаллические) свойства. Металлические свойства элементов второго и третьего рядов в рассматриваемом направлении снижаются, а неметаллические возрастают, причем наивысшая валентность каждый раз увеличивается на единицу, что видно из номера группы.

Четвертый ряд начинается опять щелочным металлом — калием. Но только следующий, пятый, ряд заканчивается инертным газом — криптоном. Повторение свойств наступает уже не через 8 элементов, как выше, а через 18. Эти 18 элементов составляют большой период, состоящий из двух рядов: четвертого и пятого.

Шестой и седьмой ряды составляют тоже большой период, заканчивающийся инертным газом — ксеноном. Свойства элементов и здесь постепенно меняются от металлических к металлоидным.

Восьмой и девятый ряды также образуют один большой период. Заметим, что в клетке, где стоит элемент лантан под номером 57, имеется звездочка, обозначающая сноску. Дело в том, что после лантана идут 14 элементов, весьма сходных между собой, которые Д. И. Менделеев назвал редкоземельными элементами или лантанидами. В силу их схожести они помещены в одну строку внизу. Рассматриваемый период охватывает 32 элемента и заканчивается инертным газом — радоном.

Десятый ряд содержит 17 элементов. Из них последние 11 и предшествующие им уран, протактиний и торий по некоторым свойствам сходны с актинием. Подобно лантанидам они вынесены за таблицу в самый низ системы. От нептуния и до конца элементы называют урановыми.

Для подчеркивания некоторых свойств элементов, находящихся в одной группе, в каждой из них можно найти главную

и побочную подгруппы. Например, в I группе побочную подгруппу образуют медь, серебро и золото, а главную — литий, натрий, калий, рубидий, цезий и франций.*

Из таблицы видно, что каждой группе соответствует окисел, выраженный с помощью символа R (высшие солеобразующие окислы). По окислу можно судить о наибольшей валентности кислородного соединения.

Затем мы видим возможные водородные соединения (с символом R). Они начинаются с IV группы, ибо металлы, стоящие в I, II и III группах, не образуют устойчивых соединений с водородом.

В конце девятнадцатого и в начале двадцатого веков, с появлением теории строения атома, было экспериментально доказано, что порядковый номер элемента равен числу положительных зарядов ядра его атома, а следовательно, и числу электронов (заряженных отрицательно) атомной оболочки, так как в целом атом нейтрален. Только исходя из этих представлений, важных для характеристик элементов, было установлено, что местоположение всех элементов в периодической системе строго обосновано практически и теоретически.

5. Элементы и их соединения (простые и сложные вещества)

Мы кратко рассмотрим только те элементы и соединения, которые являются наиболее важными для керамики (см. табл. 2 и ниже — описание свойств). При указании валентностей элементов будем отмечать лишь те, которые наиболее часто проявляются в веществах, используемых в керамике.

При пользовании табл. 2 рекомендуем практиковаться в произношении названий нижеуказанных элементов и соединений.

Некоторые металлоиды. Из металлоидов рассмотрим серу, селен, фосфор, углерод, кремний, бор.

Сера. В природе сера встречается в свободном состоянии, пронизывая горные породы. Но не меньше она распространена и в связанном виде в различных минералах. Ценными для добычи металлов являются, например, такие минералы: свинцовый блеск PbS , цинковая обманка ZnS , серный колчедан, или пирит, FeS_2 , медный блеск Cu_2S . Их называют сульфидами; это соли слабой сероводородной кислоты H_2S — сероводорода.

Большое распространение в природе имеют соли серной кислоты, особенно входящая в состав минералов гипса и ангидрита — $CaSO_4$, образующая целые горные породы. Полуводный гипс $CaSO_4 \times 0,5H_2O$ используется для изготовления форм (см. гл. 3 и 15).

В керамике сера применяется для изготовления оранжевых и красных глазурей совместно с селеном (Se).

* Подгруппа, в состав которой входят элементы малых и больших периодов, называется главной.

**Элементы, применяющиеся в керамике в виде соединений
или простых веществ**

Элемент	Символ	Произношение в формулах	Валент- ность	Атомный вес (масса)	Температура плавления, °С
Металлоиды					
Сера	S	Эс	2; 4; 6	32,06	112,8
Селен	Se	Селен	2; 4	78,96	220
Фосфор	P	Пэ	3; 5	30,97	44,1 (желтый)
Углерод	C	Цэ	2; 4	12,01	3540—3600 (возгонка)
Кремний	Si	Силиций	4	28,09	1420
Бор	B	Бор	3	10,81	2300
Щелочные металлы					
Литий	Li	Литий	1	6,94	186
Натрий	Na	Натрий	1	22,99	97,5
Калий	K	Калий	1	39,10	62,3
Магний, щелочноземельные*, алюминий и титан					
Магний	Mg	Магний	2	24,31	651
Кальций	Ca	Кальций	2	40,08	850
Стронций	Sr	Стронций	2	87,62	752
Барий	Ba	Барий	2	137,34	850
Алюминий	Al	Алюминий	3	26,98	660
Титан	Ti	Титан	4	47,90	1800
Тяжелые металлы**					
Медь	Cu	Купрум	1; 2	63,54	1083
Серебро	Ag	Аргентум	1	107,87	960,5
Золото	Au	Аурум	1; 3	196,97	1063
Цинк	Zn	Цинк	2	65,37	419,4
Кадмий	Cd	Кадмий	2	112,40	320,9
Цирконий	Zr	Цирконий	4	91,22	1900
Олово	Sn	Станнум	2; 4	118,69	232
Свинец	Pb	Плюмбум	2; 4	207,19	327,4
Сурьма	Sb	Стибиум	3; 5	121,75	630
Висмут	Bi	Висмут	3; 5	208,98	271
Хром	Cr	Хром	3; 6	52,00	1615
Марганец	Mn	Марганец	2; 4; 7	54,94	1260
Железо	Fe	Феррум	2; 3	55,85	1535
Кобальт	Co	Кобальт	2; 3	58,93	1490
Никель	Ni	Никель	2; 3	58,71	1452

* Щелочноземельные элементы — употребляемое еще название, относящееся к кальцию, стронцию и барию.
** Плотность больше 5.

Иногда серу применяют для изготовления небольших моделей, с которых отливают рабочие формы, так как она может быть достаточно твердой. Из наиболее важных кислородных соединений серы назовем: двуокись серы SO_2 и трехокись серы SO_3 . Сернистая кислота (H_2SO_3) является восстанавливающим средством и служит для осаждения золота в виде тончайшего порошка из его солевого раствора. Из такого порошка можно изготовить золотые препараты, применяющиеся для декорирования золотом в керамике.

Продажная концентрированная кислота содержит 96,5% H_2SO_4 ; удельный вес ее — 1,84 (купоросное масло).

С е л е н. Красно-бурый порошок с удельным весом 4,5 представляет собой *аморфный* селен, а хрупкое серое вещество с металлическим блеском и удельным весом 4,8 — *кристаллический* селен.

Ф о с ф о р. Легко реагирует со многими веществами. Легче всего фосфор соединяется с кислородом. Фосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ иногда применяется в керамике в качестве «глушителя», создавая непрозрачность некоторых стекол (глазурей, эмалей), а также для изготовления мягкого фарфора (см. гл. 14).

У г л е р о д. Это очень распространенный элемент на земле. В свободном состоянии в природе он встречается в виде двух простых кристаллических веществ — *алмаза* с удельным весом 3,51 и *графита* с удельным весом 2,25. Кроме того, известно третье простое вещество, состоящее из углерода, — уголь, получающийся в основном искусственным путем.

Графит — непрозрачное черное и весьма мягкое вещество. Смешанный с серой, в керамике он может служить для изготовления модельных форм. Кроме того, графит является незаменимой составной частью шихты, идущей для производства графитовых тиглей, так как в смеси с глиной дает хорошо формующуюся массу.

Углеродом пользуются при выплавке металла из руд, восстанавливая им окислы металлов до металла.

При высоких температурах углерод соединяется почти со всеми элементами, образуя карбиды. Широко распространенным искусственным карбидом является карбид кремния, или *карборунд* — SiC , который применяется в основном как абразивный (режущий, шлифующий) материал, немногим уступающий по твердости алмазу. Кроме того, карборунд используется как заранее изготовленное огнеупорное сырье или в производстве карборундовых нагревателей для электрических печей. В керамической промышленности в последние годы его начали применять для изготовления капсулей.

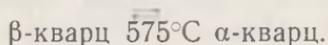
Из кислородных соединений углерода важным является *двуокись углерода* (угольный ангидрид) — CO_2 . Соответствующая ему слабая угольная кислота H_2CO_3 может существовать только в водном растворе. Однако соли этой кислоты — весьма прочные соединения; при более или менее сильном нагреве они разлагаются на окись металла и двуокись углерода (углекислый газ). Для многих глазурей, применяемых в керамике, используют именно карбонаты, так как они способны разлагаться, образуя необходимую окись.

Карбонаты натрия и калия (сода и поташ) служат хорошими плавнями для глазурей и эмалей.

К р е м н и й. В природе он встречается только в связанном виде. Прежде всего он присутствует в виде солей различных кремневых кислот, а также кварца, аметиста, горного хрусталя и т. п. Свободный кремний получен как в аморфном, так и в кристаллическом состоянии, но лишь искусственным путем.

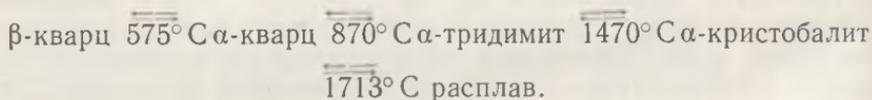
Одними из главных компонентов, составляющих керамическую массу, являются *кварц* и *кварцевые пески*.

Обычный природный кварц обозначают как β -кварц. При 575°C он переходит в α -кварц, резко расширяясь в объеме, т. е. с уменьшением плотности. Если его охладить, то снова возникнет β -кварц, приблизительно при той же температуре превращения или несколько ниже. Это превращение изображают так:



По химическому составу β - и α -кварцы соответствуют SiO_2 . Такого рода превращения, связанные с резким изменением объема, должны интересовать керамиста, имеющего дело с обжигом. Этим свойством кварца пользуются, прокаливая его перед дроблением, после чего он становится хрупким.

Точки перехода кристаллического SiO_2 в различные формы при нагреве:



Выше 1713°C устойчив только расплав.

Расширение масс, содержащих кварц, является обратимым процессом. Опасность термической неустойчивости в керамике тем больше, чем быстрее идет превращение и чем больше объемные изменения.

Наиболее стабильной модификацией является *кремнеземистое стекло*. Так как при температуре плавления 1713°C оно очень вязкое, то полное растекание наступает позже, приблизительно при 1780°C . Такой расплав, охлажденный без выделения кристаллов, называют кремнеземистым или кварцевым стеклом. Оно пропускает ультрафиолетовые лучи.

Двуокись кремния образует много кислот; одна из них — ортокремневая кислота H_4SiO_4^* . При отщеплении от двух ее молекул одной молекулы воды получается ортодикремневая кислота $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$:



* Ортокислота образуется от большего количества, чем одна молекула воды, на одну молекулу окисла (ангидрида).

Соли кремневых кислот называют с и л и к а т а м и. Искусственные силикаты получают сплавлением кремнезема с едкими щелочами или с карбонатами металлов, например:



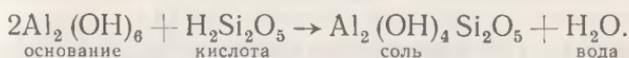
После охлаждения сплавы калия и натрия имеют вид стекловатых масс и, в отличие от многих других силикатов, довольно легко растворяются в горячей воде. Поэтому они получили название *растворимых стекол*.

Так как кремневая кислота является очень слабой кислотой, то ее щелочные соли в воде (Na_2SiO_3 ; K_2SiO_3) показывают реакцию щелочи, что объясняется так называемым гидролизом, в данном случае — появлением в растворе NaOH и KOH .

Силикат натрия применяется в керамике как «электролит» для разжижения глинистых керамических масс — получения литейных шликеров.

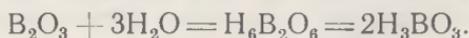
Каолин и полевой шпат также являются силикатами или, вернее, а л ю м о с и л и к а т а м и, так как содержат кроме кремния еще алюминий.

Теоретически для каолинита (соль) формулу можно получить таким образом:



Б о р. В природе бор встречается только в связанном состоянии, чаще всего в виде кислородных соединений. Наиболее распространенные из них следующие: борная кислота H_3BO_3 , борокальцит $\text{CaB}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, борацит $2\text{Mg}_3\text{B}_8\text{O}_{15} \cdot \text{MgCl}_2$, шпартит MgHBO_3 .

Борный ангидрид (B_2O_3) может быть легко получен прокаливанием борной кислоты, представляющей собой белое кристаллическое вещество. После прокалывания, что сопровождается большим выделением водяных паров, получается бесцветная хрупкая стекловидная масса, плавящаяся при 588°C . B_2O_3 является ангидридом (безводным соединением) ортоборной кислоты:



Широко известная *бура* $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ представляет собой натриевую соль тетраборной кислоты $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Это бесцветные, прозрачные кристаллы, легко выветривающиеся с поверхности, так как содержат большое количество так называемой кристаллизационной воды. При продолжительном нагреве бура постепенно ее теряет и плавится в прозрачную стекловидную массу.

Борная кислота и бура являются важными сырьевыми материалами для глазурей; они действуют как плавни. В керамике широко применяются природные соединения бора: *борацит*, *борокальцит*, *шпартит*.

Соединения бора нитрид BN и карбид B_4C имеют большое значение для абразивной промышленности.

Щелочные металлы — литий, натрий, калий. Эти три металла входят в состав различных минералов и горных пород, например в калиевый и натриевый полевые шпаты, сподумен, играющие в силикатных системах роль плавня.

Карбонаты Na_2CO_3 и K_2CO_3 широко применяются для изготовления легкоплавких глазурей (см. углерод).

Гидрат окиси натрия NaOH — это твердое белое вещество, напоминающее постный сахар; он плавится при $322^\circ C$. Его надо хранить в плотно закупоренных сосудах, так как он очень гигроскопичен, жадно поглощает углекислый газ (CO_2) из воздуха и переходит в карбонат Na_2CO_3 . В керамике может служить электролитом в шликере.

Магний, щелочноземельные металлы. К типичным щелочноземельным металлам относятся собственно только три из указанных в табл. 2 элемента: Ca, Sr и Ba; их гидроксиды обладают выраженными щелочными свойствами.

В отличие от щелочных металлов, многие соли щелочноземельных металлов или малорастворимы в воде или совсем не растворимы. В природе указанные металлы встречаются в виде следующих соединений, применяемых в керамике:

- магнезит, карбонат натрия $MgCO_3$;
- доломит (двойная соль), «опока» $MgCO_3 \cdot CaCO_3$;
- стеатит, жировик, тальк $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$;
- шпинель $MgO \cdot Al_2O_3$;
- известковый шпат, карбонат кальция, известняк, мрамор, мел $CaCO_3$;
- плавиковый шпат, фторид кальция CaF_2 ;
- гипс, сульфат кальция, сернокислый кальций $CaSO_4 \cdot 2H_2O$;
- фосфориты, например: $Ca_3(PO_4)_2$;
- стронцианит, карбонат стронция, углекислый стронций $SrCO_3$;
- целестин, сульфат стронция, сернокислый стронций $SrSO_4$;
- вигерит, карбонат бария, углекислый барий $BaCO_3$;
- барит, тяжелый шпат, сульфат бария, сернокислый барий $BaSO_4$.

В последнее время практическое значение для глазурей приобрели стронциевые соединения: целестин и стронцианит (см. гл. 18).

Бариевые соединения применяются для изготовления так называемых бариевых и матовых глазурей.

Сульфат и карбонат бария практически нерастворимы в воде. Этим пользуются в керамике, когда нужно перевести растворимые соли, содержащиеся в глине, в нерастворимые (см. гл. 14).

Все окислы щелочноземельных металлов в чистом виде весьма тугоплавки. Особенно тугоплавким окислом является MgO, который при обжиге до $1500\text{—}1700^\circ C$ переходит в кристаллический п е -

р и к л а з (хороший огнеупорный материал), но химический состав его остается прежним: MgO .

Алюминий. В природе в свободном состоянии не встречается. Он входит в состав минералов и горных пород: глин, полевых шпатов, бокситов (последние приближаются к формуле $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) и др. Из проплавленных в специальных электрических печах бокситов получают абразивный (шлифующий) материал — к о р у н д Al_2O_3 , идущий иногда на изготовление керамического огневого припаса.

Безводная окись алюминия встречается в природе в виде кристаллических корунда и н а ж д а к а, а также окрашенных драгоценных камней — с а п ф и р а (голубого) и р у б и н а (красного). Последний получают и искусственным путем.

Сплав алюминия с кремнием — с и л у м и н — является хорошим материалом для изготовления некоторых керамических машин.

Г и д р а т о к с и а л ю м и н и я $Al(OH)_3$ (студенистое вещество) — это амфотерная гидроокись, растворяющаяся как в кислотах, так и в щелочах. Возможно, что она образуется при вылеживании (старении) глинистых масс.

Титан. Весьма распространен в природе в виде соединений. Для керамики имеют значение р у т и л и а н а т а з TiO_2 (см. гл. 18). Как примесь рутил присутствует в некоторых глинах, например в латненской.

Гидроокись титана $Ti(OH)_4$, так же как и алюминия, амфотерна.

Тяжелые металлы. К тяжелым металлам, краткая характеристика которых дана ниже, относятся: медь, серебро, золото, цинк, кадмий, цирконий, олово, свинец, сурьма, висмут, хром, марганец, железо, кобальт, никель.

М е д ь. В металлическом состоянии медь встречается в природе значительно реже, чем в соединениях. Наиболее важные медные руды — это м е д н ы й к о л ч е д а н $Cu_2S \cdot Fe_2S_3$ и м е д н ы й б л е с к Cu_2S (см. серу). Другими медными рудами являются основные карбонаты меди: м а л а х и т $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ — красивый зеленый камень с темными прожилками и а з у р и т $2CuCO_3 \times Cu(OH)_2$, а также красная медная руда — к у п р и т Cu_2O .

Чистая медь представляет собой металл своеобразного красного цвета. Она образует два ряда соединений: соединения закиси, где медь одновалентна, — Cu_2O и соединения окиси, где она двухвалентна, — CuO . При нагреве медных опилок выше $300^\circ C$ медь начинает покрываться черным налетом окиси меди, но при ярко-красном калении она переходит в бурую закись меди. Окись меди получается также при разложении основной углемедной соли или нитрата меди.

С у л ь ф а т м е д и $CuSO_4$ в безводном состоянии — белый порошок, который синее при поглощении воды. Из водных растворов сульфат кристаллизуется с пятью молекулами воды $CuSO_4 \times 5H_2O$ (м е д н ы й к у п о р о с).

Н и т р а т м е д и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ получается при растворении меди в азотной кислоте HNO_3 .

А ц е т а т м е д и $\text{Cu}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$, т. е. соль уксусной кислоты (органической), получается при действии уксусной кислоты на металлическую медь или на ее окись. В продаже эта соль представляет собой смесь основных солей различного состава и цвета (синезеленого) и носит название ярь-медянка, идущая для получения глазурей «восстановительного огня» и для масляных красок.

Д в у х в а л е н т н а я о к и с ь м е д и применяется для получения медного рубинового стекла (глазури). Для этого небольшое количество окиси меди CuO растворяют в расплавленном стекле вместе с каким-нибудь восстановителем, большей частью с окисью олова (двухвалентной). Сначала образуется бесцветное стекло, которое при вторичном нагреве («наводке») приобретает красный цвет.

С е р е б р о. Наиболее важными серебряными рудами являются сульфидные: серебряный блеск Ag_2S и хлорид серебра AgCl , или роговое серебро.

Легкорастворимой солью является нитрат AgNO_3 (ляпис), получающийся путем растворения серебра в азотной кислоте.

В керамике соединения серебра применяются для серебрения изделий и для изготовления глазурей «восстановительного огня», в которых соединения легко восстанавливаются.

З о л о т о. Встречается в природе в самородном состоянии, главным образом вкрапленным в кварцевые горные породы или пески. Оно не изменяется даже при сильном нагреве. Ему соответствуют два окисла: Au_2O (з а к и с ь з о л о т а) и Au_2O_3 (о к и с ь з о л о т а), а следовательно, и два ряда соединений. Более устойчивы трехвалентные соединения.

Золото применяется в виде специальных составов для получения пурпура и золотых препаратов для надглазурного декорирования (г л я н ц г о л ь д и др.).

Известное золотое рубиновое стекло темно-красного цвета содержит металлическое золото в виде тончайших так называемых коллоидных частичек.

Ц и н к. Наиболее часто встречающиеся цинковые руды — это г а л м е й ZnCO_3 и ц и н к о в а я о б м а н к а ZnS . В качестве цинковых руд имеют некоторое значение и силикаты цинка (кремнекислые соединения), например кремнекислый г а л м е й $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и в и л л е м и т Zn_2SiO_4 .

При комнатной температуре цинк довольно ломок, но при 100—110° С он становится тягучим и прокатывается в листы. Выше 200—210° С он делается настолько хрупким, что его можно растереть в порошок.

В соединениях цинк всегда двухвалентен. Его окисью является ZnO , которая встречается в природе в виде красной цинковой руды — ц и н к и т а. Цвет ее обусловлен присутствием марганца. Сама окись имеет белый цвет. Для технических целей ее получают сжи-

ганием металлического цинка и применяют в качестве краски (цинковые белила).

Окись цинка является немаловажной составляющей многих глазурей, особенно фаянсовых и кристаллических (см. гл. 19). Этот окисел тугоплавок.

Известны такие соединения цинка, как цинковый купорос $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, карбонат цинка $ZnCO_3$ и многие другие. Реактивный карбонат цинка представляет собой совершенно белый порошок, не растворяющийся в воде. В сухом состоянии он начинает выделять CO_2 уже при $150^\circ C$.

Кадмий. Встречается вместе с цинком в цинковых рудах в виде сульфида кадмия CdS . Последний можно получить искусственным путем в виде красивых кристаллов при прокаливании окиси кадмия CdO с серой S . Сульфид кадмия применяется в качестве желтой краски в художественной живописи. Эта краска (кадмиевая желтая) ценится за свою яркость и прочность.

В керамике кадмий применяется для приготовления ярко-красных и оранжевых пигментов. При легком прокаливании ($\sim 350^\circ C$) смеси, состоящей из 80% углекислого кадмия, 5,5% металлического селена и 14,5% серы, получается красный (селеновый) пигмент.

Кроме углекислого кадмия, все его соли растворяются в воде. Соли кадмия ядовиты.

При нагреве карбонат кадмия легко разлагается на CdO и CO_2 (уже при $357^\circ C$). При нагреве до $700^\circ C$ окись кадмия начинает возгораться, не плавясь. При более сильном нагреве от нее отщепляется кислород. Кадмий легко восстанавливается углеродом и окисью углерода (начиная с $700^\circ C$), что имеет значение при получении глазурей «восстановительного огня».

Цирконий. При комнатной температуре этот металл достаточно устойчив по отношению к воде и к воздуху и трудно поддается действию кислот. Из циркониевых соединений большое распространение в керамике получил обогащенный минерал циркон $ZrO_2 \times SiO_2$, применяемый в специальных видах фарфора, а также как «глушитель» белых и окрашенных эмалей.

Олово. В природе встречается в виде SnO_2 — оловянного камня и весьма редко — в самородном состоянии. Олово образует два окисла — окись олова SnO и двуокись олова SnO_2 . В двухвалентном состоянии оно проявляет себя больше как металл, а в четырехвалентном может рассматриваться и как неметалл (металлоид).

Нагревая металлическое олово при недостатке воздуха, можно получить SnO — темно-бурый порошок. Гидрат окиси олова — амфотерное соединение, легко растворяющееся как в кислотах, так и в щелочах. Двухвалентным хлоридом олова $SnCl_2$ пользуются как хорошим восстановителем. Для керамистов имеет большое значение двуокись олова (см. гл. 18).

Свинец. Наиболее важной рудой, из которой добывают свинец, является свинцовый блеск PbS , или сульфид свинца.

Эта руда одновременно дает серебро, ибо оно всегда сопровождает ее (в количестве до 1%). Кроме этой руды, известны руды свинцовые белила $PbCO_3$, красная свинцовая руда, содержащая хром: $PbCrO_4$ — хромат свинца. Все растворимые соединения свинца, такие как $Pb(C_2H_3O_2)_2$ — уксуснокислый свинец, или свинцовый сахар, названный так из-за сладкого вкуса, а также азотнокислый свинец $Pb(NO_3)_2$ — весьма ядовиты. Свинец образует два простых окисла: PbO и PbO_2 и два смешанных: Pb_2O_3 и Pb_3O_4 .

Свинцовые соединения имеют большое значение для керамики, особенно при получении декоративных легкоплавких глазурей.

Сурьма. В природе встречается главным образом в виде сурьмяного блеска Sb_2S_3 и изредка в самородном состоянии. Она дает в основном два окисла (ангидрида): сурьмянистый Sb_2O_3 и сурьмяный Sb_2O_5 . Сурьмянистый ангидрид реагирует как с кислотой, так и со щелочью, являясь, таким образом, амфотерным окислом.

Трехокись сурьмы представляет собой белый нерастворимый в воде порошок, температура плавления которого $656^\circ C$. При нагреве он окрашивается в желтый цвет, а при остывании становится снова белым. При накаливании с углем он восстанавливается до металлического состояния.

Пятиокись сурьмы представляет собой желтый порошок. При нагреве она отщепляет кислород и переходит в четырехокись Sb_2O_4 .

В керамике окислы сурьмы применяют как сырье для получения эмалей и матовых глазурей.

Висмут. Из висмутовых соединений на первом месте по распространенности в природе стоят висмутовый блеск Bi_2S_3 и так называемая висмутовая охра Bi_2O_3 . Висмут встречается также и в самородном состоянии. Это блестящий красноватый хрупкий металл с весьма низкой точкой плавления ($271^\circ C$).

Трехокись висмута Bi_2O_3 образуется при сжигании металла или при разложении от нагрева азотнокислых и углекислых солей. Это желтоватый порошок, плавящийся при $817^\circ C$. При нагреве он приобретает красновато-коричневую окраску. Трехокись обладает основными свойствами и с кислотами дает соли трехвалентного висмута, например нитрат висмута $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$, который выкристаллизовывается из раствора висмута в азотной кислоте.

Кроме трехокиси, известна и пятиокись Bi_2O_5 , имеющая слабые кислотные свойства.

В керамике соединения висмута используются в качестве флюсных материалов при золочении фарфора и фаянса, а также для люстра (см. гл. 20).

Трехокись висмута довольно легко восстанавливается до металла:



При обжиге керамического изделия, декорированного висмутовым люстром, он легко восстанавливается (под воздействием углерода масел и канифоли), в результате чего образуется молекулярно тонкая пленка металлического висмута на стекле (глазури), отливающая перламутровым цветом.

Хром. Важной хромовой рудой является хромистый железняк; это двойное соединение двухвалентной окиси железа и трехвалентной окиси хрома ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$). Некоторое техническое значение имеет и красноватая свинцовая руда PbCrO_4 .

Известны три окисла хрома: закись хрома CrO , окись хрома Cr_2O_3 и хромовый ангидрид CrO_3 . Первый имеет основной характер, второй проявляет амфотерные свойства, а третий является кислотным окислом. Для них известны и три ряда соединений.

Окись хрома Cr_2O_3 представляет собой весьма тугоплавкое вещество зеленого цвета (см. гл. 18); в керамике, кроме зеленой окраски, дает и другие, что зависит от характера остальных компонентов, составляющих силикат или глазурь.

В водном растворе существуют две хромовые кислоты: хромовая H_2CrO_4 и двуххромовая $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (или дихромовая). Соответствующие им устойчивые соли называют хроматами (монохроматами) и бихроматами; они обладают сильными окислительными свойствами. Соли хромовых кислот ядовиты.

Хроматы имеют желтую окраску, например так называемый желтый крон, или кроконт PbCrO_4 . В щелочах хромат свинца заметно растворим. В природе встречается также рубиново-красный хромат $\text{PbCrO}_4 \cdot 2\text{PbO}$.

Хромат натрия Na_2CrO_4 образует желтые кристаллы, содержащие воду, а хромат калия K_2CrO_4 дает лимонно-желтые кристаллы без воды. При нагреве выше 670°C он переходит в красную модификацию, плавящуюся при 970°C . Хромат калия легко растворяется в воде.

Бихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ кристаллизуется без воды; он представляет собой апельсинно-красные кристаллы. При нагреве в водном растворе его растворимость сильно увеличивается с повышением температуры: от 5 г при 0°C до 95 г при 100°C . Сухая соль при нагреве до 396°C плавится.

Бихромат калия обладает интересным свойством. Находясь совместно с желатиной, он задубливает ее на свету, на чем основано применение их в фотокерамике.

Марганец. Это распространенный тяжелый металл. Важнейшей из марганцевых руд является пиролюзит MnO_2 . Имеют значение и другие окислы, а также карбонат MnCO_3 — марганцевый шпат.

Марганцу соответствуют пять окислов: MnO , Mn_2O_3 , MnO_2 , Mn_3O_4 , Mn_2O_7 , а кроме того, — смешанный окисел Mn_3O_4 . Свойства этих окислов изменяются так, что чем выше валентность, тем он более кислый. Если MnO и Mn_2O_3 — основные окислы, то Mn_2O_7 —

ангидрид кислоты. Двуокись марганца амфотерна; кислотные и основные свойства выражены слабо.

Двуокись марганца является хорошим окислителем. При нагреве на воздухе свыше $530\text{--}540^\circ\text{C}$ она отщепляет кислород, но особенно энергично кислород отщепляется в присутствии восстанавливающих веществ.

Пиролюзит применяют в керамике в качестве красителя, в основном для коричневых глазурей. В средние века он получил название браунштейн (коричневый камень), которое дано, по-видимому, алхимиками, наблюдавшими образование на глиняных изделиях коричневой глазури.

Соли двухвалентного марганца обычно окрашены в слабо-розовый цвет.

Хлорид марганца MnCl_2 хорошо растворяется в воде. При 650°C он плавится, а при нагреве в струе водяного пара переходит в Mn_2O_3 .

Сульфат марганца MnSO_4 — устойчивая соль, хорошо растворимая в воде. В безводном состоянии она имеет белый цвет, а выкристаллизованная из водного раствора — розовый.

Карбонат марганца MnCO_3 почти не растворяется в воде. При нагреве в сухом состоянии он весьма легко разлагается. При нагреве даже до 100°C он диссоциирует (разлагается) на MnO и CO_2 , что имеет значение для получения так называемых вспученных глазурей.

При длительном прокаливании на воздухе карбонат переходит в Mn_3O_4 , а в кислороде — в Mn_2O_3 .

Нитрат марганца $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ можно получить безводным, но он кристаллизуется и с тремя, и с шестью молекулами воды. В воде хорошо растворяется, выделяя тепло.

Известны так называемые перманганаты щелочных, щелочноземельных и тяжелых металлов.

Перманганат калия KMnO_4 , в котором марганец семивалентен, образует темно-красные кристаллы и служит как окисляющее средство.

Силикат марганца MnSiO_3 ($\text{MnO}\cdot\text{SiO}_2$) встречается в природе в виде минерала роданита; это розово-красные игольчатые кристаллы, если минерал чист.

Оксид MnO_2 может соединяться с оксидами многих металлов, в том числе щелочноземельных, давая манганаты. Например, при сплавлении с окисью кальция получают окрашенные соединения: $2\text{CaO}\cdot\text{MnO}_2$; $\text{CaO}\cdot\text{MnO}_2$.

Железо. Железными рудами, имеющими промышленное значение, являются магнитный железняк (магнетит) Fe_3O_4 , красный железняк Fe_2O_3 , бурый железняк $\text{Fe}(\text{OH})_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, шпатовый железняк FeCO_3 и железный колчедан FeS_2 (пирит), идущий главным образом для получения серной кислоты. В глинах железо находится в виде пирита, в виде окиси и гидроокиси.

Железо в основном образует два вида соединений, которые отвечают соответствующим окислам: закиси FeO и окиси Fe_2O_3 . Помимо этих окислов, существует смешанный — закись-окись Fe_3O_4 , или $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ — железная окалина, имеющая почти черный цвет. Чистая окись железа Fe_2O_3 получается путем прокаливания сульфата железа. Последний окисляется даже на воздухе и из соли зеленоватого цвета переходит в желто-бурую, свойственную трехвалентным соединениям железа.

К о б а л ь т. В природе обычно встречается совместно с мышьяком в минералах: кобальтовом блеске CoAsS и шпейсовом кобальте CoAs_2 .

Кобальт дает два простых окисла: закись кобальта CoO и окись кобальта Co_2O_3 и один смешанный: закись-окись Co_3O_4 (CoOCo_2O_3) — черного цвета. При прокаливании нитрата кобальта с сульфатом алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ получается синий краситель (генарова синь $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), который служит пигментом для синих керамических красок (шпинель).

Известная уже в древности египтянам и римлянам смальта приготовлялась сплавлением кобальтовых окисей или обожженных руд с песком (SiO_2) и поташем (K_2CO_3). По остывании и измельчении в порошок это кобальтовое стекло дает очень красивую синюю краску, пригодную для окрашивания стекол, керамического черепка, глазурей и эмалей. Хорошая кобальтовая краска изготавливается из окиси кобальта, двуокиси олова и кремневой кислоты. Это смесь синего ортосиликата кобальта $2\text{CoO} \cdot \text{SiO}_2$ и темного сине-зеленого ортостанната кобальта $2\text{CoO} \cdot \text{SnO}_2$.

Зеленая кобальтовая краска делается с алюминатом кобальта $4\text{CoO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$, получающимся под расплавленным хлоридом калия KCl при 1200°C .

Окись цинка (ZnO), смоченная раствором кобальтовой соли, а затем прокаленная, дает зеленый порошок.

При нагреве гидроокиси или карбоната двухвалентного кобальта без доступа воздуха получается CoO в виде оливково-зеленого порошка. Окись кобальта Co_2O_3 коричневого цвета получается путем весьма осторожного обезвоживания соответствующих гидратов. Она легко отщепляет кислород и переходит в черную закись-окись Co_3O_4 . При сильном прокаливании все окислы переходят в закись CoO .

Н и к е л ь. В природе находится главным образом в соединении с серой, мышьяком и сурьмой, например в виде желтого никелевого колчедана NiS или красного никелевого колчедана NiAs .

Для никеля назовем два окисла: закись никеля NiO и окись никеля Ni_2O_3 . Закись никеля образуется при сильном прокаливании карбоната или нитрата никеля и представляет собой зеленый порошок, нерастворимый в воде. В керамике NiO применяется для красок и эмалей, давая в зависимости от состава флюса

серовато-коричневые тона, переходящие в травянисто-зеленые. Обычные стекла она окрашивает в серый цвет.

Никель образует ряд простых солей, в которых он только двухвалентен. Соли окрашены в зеленый цвет и при растворении дают зеленые растворы.

Карбонат никеля $\text{NiCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ является исходным материалом для приготовления керамических красок и получения других соединений никеля.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

СЫРЬЕВЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ (ЧЕРЕПКА)

Замечательная минеральная смесь — г л и н а — является основой керамического искусства. Широко распространенные в природе глины так же широко отличаются по своим свойствам. Некоторые из них пригодны для изготовления той или иной керамики в том виде, в каком они встречаются в природе, а другие должны быть очищены, или, как говорят, *обогащены* и смешаны с соответствующими компонентами (отощающими материалами и флюсами), и только после этого они приобретают необходимые рабочие свойства.

1. Минерал и горная порода

Реакции, происходящие в земной коре, приводят к образованию различных минералов: кварца, слюды, каолинита, алмаза и т. п. Минералы могут быть *однородными* телами и соответствовать тому или иному химическому элементу или — соединениями *постоянного* и *переменного* состава. Например, применяемый в керамике кварц является минералом (соединением) постоянного состава, в нем всегда находятся практически только кремний и кислород (SiO_2). Наиболее чистая его разновидность — горный хрусталь. Но полевой шпат, тоже применяющийся в керамике, варьирует по составу: он может быть, например, и натриевым, и калиевым ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ и $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$).

Известный всем гранит представляет собой горную породу, состоящую главным образом из трех минералов: полевого шпата, кварца и слюды, которые отличаются друг от друга не только химически, но и физически, т. е. имеют разный удельный вес, твердость, прочность и т. д.

2. Представление об образовании в природе минералов

Земная кора представляет собой как бы вечно перерабатывающую сырье громадную фабрику. Ее «оборудованием» служат: ветры, воды, высокие температуры, давления и длительные промежутки времени. Факторы давления и температур проявляются, например, при кристаллизации соединений из расплавленной магмы, находящейся на большой глубине. Магма, проникая в результате различных нарушений строения земной коры в более холодные верхние слои, взаимодействует с другими породами, изменяя как их, так и свой состав, и, охлаждаясь, кристаллизуется. При этом могут выделяться силикатные минералы, т.е. такие, в которых одним из основных элементов является кремний. При особых условиях формируются так называемые пегматитовые жилы с особой, свойственной пегматиту, крупной кристаллизационной структурой.

В преобразовании минералов большую роль играют пары воды. Ступаясь в воду, они насыщаются большим количеством растворяющихся в ней минералов. При взаимодействии с так называемыми боковыми породами и последующем отложении образуются рудные жилы, содержащие медь, свинец и др.

При накоплении солей в озерах (не связанных с морскими бассейнами) возможно перенасыщение ими воды, и соли выпадают в виде осадка, как например в озерах Западной Сибири — природная сода (Na_2CO_3).

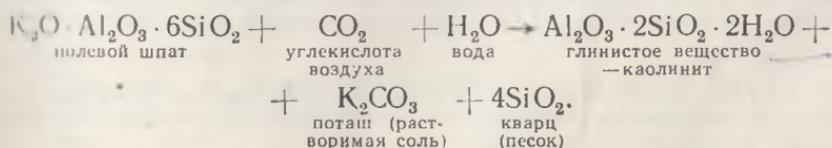
Немаловажным фактором является и деятельность простейших микроорганизмов, формирующих углекислый кальций (CaCO_3). На мелководных участках при отмирании морских организмов накапливаются подобные карбонаты.

В так называемых метаморфических породах, обычно силикатных, образующихся при воздействии высоких температур, попутно с образованием полевых шпатов и кварца образуются силикаты, которые содержат конституционную воду, т.е. воду, входящую в состав самого соединения. К таким силикатам относят тальк ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), являющийся силикатом магния.

Расплавленная магма в результате извержения изливается на поверхность земли и, застывая, образует так называемые первичные породы.

Некоторые первичные породы под влиянием химического выветривания превращаются в глины и каолины (каолинизация). Процесс, ведущий к их образованию, связан с длительным и постоянным воздействием на породу вечно меняющейся окружающей среды.

В первом приближении образование глинистого вещества, например, из полевого шпата можно выразить следующим уравнением:



В зависимости от степени кислотности или щелочности окружающей среды, температуры и иных факторов могут образоваться и другие глинообразующие вещества, а также вторичные отложения.

3. Подразделение сырьевых материалов

Сырьевые материалы, применяемые в основном для изготовления керамического черепка, можно разделить на три группы:

- 1) пластичные материалы;
- 2) отошающие материалы; } непластичные
- 3) плавни (флюсы). } материалы

К пластичным материалам относят глины, каолины и некоторые другие, например бентонит (см. ниже). Эти материалы набухают в увлажненном состоянии и способны при определенном количестве воды под действием внешних сил (например, рук) принимать ту или иную форму и сохранять ее, а после сушки и обжига приобретать камнеподобную структуру.

К непластичным материалам относятся отошающие материалы и плавни (флюсы).

Под отошающими подразумевают каменные материалы, например кварц, кварцевый песок, шамот и др. Они в основном препятствуют сокращению размеров глинистого изделия при сушке и обжиге.

К плавням (флюсам) относят материалы, плавящиеся по сравнению с указанными выше при более низкой температуре, а также материалы сами по себе тугоплавкие, но могущие давать, находясь в контакте с глинистыми и другими веществами, легкоплавкие массы (эвтектические составы*), способные в какой-то мере остекловывать черепок. Это полевые шпаты и иные материалы (собственно плавни), а также кварц и др. С другой стороны, эти материалы на определенных стадиях изготовления изделия (например, при формовании и сушке) необходимо учитывать как отошающие материалы, не набухающие в воде и непластичные (например, полевой шпат).

Таким образом, указанное подразделение несколько условно.

4. Пластичные материалы (глины и каолины)

Глинистый минерал каолинит и другие. Под микроскопом с очень сильным увеличением можно увидеть, что большинство глин содержит много тонких кристалликов с характерным строением, представляющих собой горный минерал каолинит с теоретическим составом $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Если произвести стехиометрический

* Эвтектика — сплав, точка плавления которого ниже точек плавления входящих в его состав компонентов, если последние не образуют между собой химического соединения.

расчет, то найдем, что он состоит (округленно) из 47% кремнезема (SiO_2), 39 % глинозема (Al_2O_3), 14% воды (H_2O).

Размер кристалликов каолинита весьма мал; чтобы составить из них цепочку длиной в один сантиметр, их бы потребовалось 20 000 штук. По форме они похожи на тонкие пластинки и, как определяют кристаллографы, имеют гексагональное строение (шестиугольники). Электронный микроскоп дает возможность непосредственно видеть эти тонкие частички (рис. 85). Благодаря своему пластинчатому строению, смоченные водой, они способны легко скользить одна по другой и наряду с иными факторами обеспечивать пластичность массы. Вода при этом служит как бы смазочным материалом и удерживается у частиц особыми силами сцепления — электрохимическими.

Чем больше в глине каолинита, тем она ценнее и имеет более высокие качества. Однако не следует думать, что она содержит только один глинистый минерал — каолинит. Свойствами глинистого вещества обладают и такие встречающиеся в глинах минералы, как монтмориллонит, галлаузит, бейделлит или некоторые разновидности гидрослюд. Они подчас состоят из более тонких частиц, чем каолинит, и тоже повышают рабочие свойства глин.



Рис. 85. Электронная микрофотография каолина (по Комеру)

Минеральные и органические примеси в глине. Даже наиболее чистые природные глины почти всегда содержат минералы, не обладающие пластичностью, например кварц (SiO_2) или карбонаты (CaCO_3 ; MgCO_3), а также сульфаты (CaSO_4 ; MgSO_4). Очень часто в них содержится и полевой шпат (мы видели, что глина — продукт разрушения полевошпатовых пород). Не менее частыми спутниками глины являются разного рода слюды (биотит, мусковит) и придающие ей после обжига окраску железные, титановые или марганцевые соединения и многие другие.

Некоторые глины содержат органическое вещество в виде лигнина или минерального воска (озокерита), выжигающегося во время обжига. Оно влияет на пластичность и прочность необожженной глины. Торфообразные примеси придают глине в сыром виде почти черный цвет.

Первичные и вторичные глинистые материалы. Первичными, или коренными, называют те глинистые материалы, которые в силу различных геологических условий остались

вблизи от места разрушения породившей их материнской горной породы.

Вторичными, или осадочными, принято считать глинистые материалы, встречающиеся в отложениях, отнесенных от материнской породы.

Вторичные материалы «загрязнены» в основном больше, чем первичные, так как на пути переноса и отложения к ним примешиваются разные другие материалы, но зато они тоньше по своему зерновому (гранулометрическому) составу.

Рассмотрим следующие понятия: каолинит, каолин, глина, глинистое вещество.

Каолинит. Как уже было отмечено, это один из глинистых минералов с теоретической формулой $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Он может находиться как в каолине, так и в глине.

Каолин.* Это обычно белая глина в очищенном виде (без кварца). Она по своему составу довольно часто соответствует формуле каолинита.

Глина. Весьма тонкодисперсна и более пластична, чем каолины (русские). После обжига она может быть и белого цвета, но чаще окрашена, а кроме того, содержит весьма большое количество некрасящих минеральных примесей, в том числе песок. Глины после высушивания часто имеют более высокую прочность, чем наши каолины, и больше сокращаются в размерах при сушке и обжиге.

Глинистое вещество. В глину и каолин входят различные минералы, но одни из них обладают известной пластичностью (каолинит и др.), а другие ею почти не обладают. Та группа частиц, которая обладает пластичностью, называется глинистой субстанцией или глинистым веществом.

Виды глин и огнеупорность. Глины могут быть высокоосновными, основными, полукислыми и кислыми. Чем больше в глине содержится глинозема Al_2O_3 (по отношению к прокаленной), тем более она «основная».

Глины в зависимости от внешнего вида получаемого черепка классифицируют по сортам: высший, первый и второй.

В зависимости от соотношения между количеством глины и песка породу называют: глиной, суглинком, глинистым песком и даже песком.

Глины могут быть:

железистые — содержат большое количество железистых соединений;

мергелистые (рухляки) — содержат значительное количество углекислой извести ($CaCO_3$);

битуминозные — содержат много битумов, веществ органического происхождения и в необоженном виде придают глине почти черную окраску, и др.

Каолины могут быть:

* Слово «каолин» китайского происхождения: као — высокий, линг — холм.

щелочные, содержащие много соединений калия и натрия; кремнеземистые, содержащие много кварца, и др. Каолины, так же как и глины, делятся на сорта, а кроме того, — на отмученные и неотмученные.

Так как глинистые материалы могут содержать различное количество щелочных, т. е. легко плавящихся соединений, то они делятся и по огнеупорности*.

Огнеупорными называют глины с огнеупорностью выше 1580°C , тугоплавкими — с огнеупорностью между 1580 и 1350°C , легкоплавкими — с огнеупорностью ниже 1350°C .

Каолины обычно весьма огнеупорны. Их огнеупорность находится в интервале 1730 — 1770°C .

Некоторые месторождения каолинов и глины и их назначение. Присяновский каолин (ст. Присяная, УССР) после обогачения (отмучивания**) приобретает высокие керамические качества. После обжига он дает черепок белого цвета, а поэтому применяется для изготовления беложгущейся керамики: фарфора, фаянса и др.

Глуховецкий каолин (ст. Глуховцы, УССР) также используется для изготовления беложгущегося товара.

Волновахский каолин (ст. Волноваха, УССР) по некоторым качествам уступает глуховецкому и присяновскому каолинам, так как содержит иногда до 2% окиси железа. Его применяется и для изготовления капсулей.

Большие залежи каолина имеются также вблизи Магнитогорска.

Часовъярские глины (монотермитовые) добываются на Украине недалеко от г. Артемовска (ст. Часов Яр). Ценной особенностью их является хорошая пластичность и то, что, несмотря на большую огнеупорность (1690 — 1730°C), они начинают спекаться и приобретать известную прочность при значительно более низкой температуре ($\sim 1100^{\circ}\text{C}$). Это свойство позволяет изготавливать из них многие виды керамических изделий.

Сходна с часовъярской глина под общим названием дружковская (ст. Дружковка, УССР), добываемая из нескольких месторождений.

Воронежская, или латненская (каолинистая) глина добывается вблизи ст. Латная. Она также огнеупорна и применяется для изготовления технической керамики или тогда, когда цвет черепка после обжига не имеет особого значения. В сыром виде лучшие сорта этой глины — серого цвета, худшие — доходят до черного, после обжига — светлые.

Трошковская огнеупорная глина добывается в Иркутской области. Она спекается при температуре ниже 1250°C , имеет плотную структуру, трудно размокает в воде. При длительном

* Огнеупорность — температура, при которой наступает значительное расплавление и деформация испытуемого стандартного образца.

** Сливание из водной глинистой суспензии тонких взвешенных в воде частиц для отделения их от примесей. В основном производится на фабриках.

помоле ее свойства меняются, так как она становится высокопластичной и способной связывать отошающие материалы, придавая большую механическую прочность сырому изделию. Однако усушка ее превышает в два раза усушку глин, например, Дружковского месторождения.

Бентонит. Основные месторождения его: Огланлинское в Туркмении и Асканское в Грузии. Бентонит является хорошим пластификатором. Высокая дисперсность делает его исключительно пластичным и способным связывать отошающие материалы. 4% бентонита могут заменить 9—11% глины, что выгодно для получения изделий с хорошей белизной. Бентонит является продуктом разрушения стекловидной фазы некоторых пеплов, лав и обычно имеет вулканическое происхождение. Состав его может соответствовать формуле $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 9H_2O$, но колеблется для разных бентонитов, например бентонит-кил: $1,2R_2O \cdot 1R_2O_3 \cdot 4,8RO_2 \cdot 7,8H_2O$.

Глины имеются в Сибири, Армении, Грузии; значительные месторождения огнеупорных глин находятся в Узбекской и Казахской ССР.

Некоторые глины Ленинградской и Новгородской областей (Боровичский, Тихвинский, Любытинский районы) идут главным образом для изготовления огнеупорных, кислотоупорных и канализационных изделий.

Из местных глин Ленинградской области отметим также красножгущуюся, с большим содержанием окислов железа, — так называемую **к е м б р и с к у ю г л и н у** (Пулково). Эта глина почти не содержит минералов, подобных каолиниту, но благодаря своей тонкодисперсности обладает хорошей пластичностью. Она легкоплавка и может быть обожжена без деформации не выше 1000—1050° С, давая при этом черепок с известной пористостью, пропускающий воду (без глазурирования). Широкому внедрению ее в практику мешает так называемый малый температурный интервал между началом спекания и полным расплавлением, определяющийся лишь в 30—50° С, что затрудняет обжиг изделий.

В последнее время для изготовления майолики начинают пользоваться **лужской гидрослюдистой глиной**, а также **карбонатно-гидрослюдистой** из Сланцевого месторождения (Рожки, Ленинградская область).

Из местных подмосковных глин известна **кучинская легкоплавкая глина**. В ней содержится большое количество железа, достигающее до 7—8% Fe_2O_3 ; огнеупорность ее — около 1200° С. В 60 км от Москвы находится Гжельский керамический район; здесь имеется большое разнообразие пригодных для керамики глин. Еще в 1656 году при Аптекарском приказе было организовано производство посуды для аптекарских и химических работ, для чего требовалась «глина добрая, которая годится к тем аптекарским и химическим делам».

Из местных киевских глин известна так называемая **спондиловая легкоплавкая глина** (2% окислов железа).

В ней содержится значительное количество извести (CaO), достигающее до 15—16%; обжигается она с достаточно светлым черепком.

Некоторые иностранные каолины и глины. Ниже даны краткие сведения о наиболее известных каолинах и глинах за рубежом.

Цетлицкий каолин (Цетлиц — в районе Карловых Вар, Чехословакия) отличается весьма белым цветом и в отмоленном виде имеет хорошую пластичность.

Английские каолины являются одними из лучших в Европе, их месторождения расположены вблизи Корнуолла и Девоншира.

Немецкие каолины находятся в окрестностях Могельна, Кемлитце, Мейсена.

Во Франции значительное месторождение глин имеется в долу от Лиможа. Из огнеупорных здесь известны глины, идущие для каменных изделий (Gre's).

Китайские каолины (Тунг-Сианг) отличаются от многих европейских повышенным содержанием кремнезема (SiO_2), они богаты окисями калия и магния (K_2O ; MgO).

Из американских глин известны весьма тонкие и высокопластичные глины, содержащие органические вещества, находящиеся в штатах Кентукки и Теннесси, названные «Ball Clay», так как в старину они продавались в виде комов и шаров.

Химические свойства глин. В табл. 3 приведены химические составы некоторых каолинов и глин, химические элементы в которых представлены так, как если бы они были соединены с кислородом по примеру обычных окислов.

Большое содержание глинозема показывает, что глина огнеупорна, а малое его содержание при повышенном количестве щелочных и щелочноземельных окислов обычно свидетельствует о легкоплавкости глин. Слишком большое содержание кремнезема против теоретического говорит о том, что глина, по-видимому, запесочена (много свободного песка).

Если в глине содержится много глинозема, но одновременно присутствует заметное количество щелочей, как например в друшковской или часовъярской (около 3%), то такая глина будет спекаться при довольно низкой температуре (см. табл. 3), мало деформируясь при дальнейшем ее повышении.

Большое содержание красящих окислов (Fe_2O_3 , TiO_2 и др.) говорит о том, что глина после обжига даст окрашенный черепок (липифоровская или кембрийская глина). Если наряду с железом имеется много окиси кальция, то интенсивность окраски может при известных температуре и среде обжига значительно снизиться. При наличии же окислов железа и титана (<1%) черепок после обжига будет еще достаточно белым.

Такая глина, как спондиловая или сланцевая, содержит много окиси кальция; эта окись должна действовать как флюс (плавень), но при низких температурах обжига она не оказывает такого действия, а скорее увеличивает пористость изделия. Тем не менее,

Примеры химических анализов каолинов и огнеупорных, тугоплавких и легкоплавких глини (в %)

Наименование окислов	Формула	Огнеупорные			Тугоплавкие		Легкоплавкие			
		просняющие каолины (УССР)	двуужов- ская гли- на, сред- ней слой (УССР)	латвские глины ЛТ-1 (близ Воронежа)	никоф- ровская глина (УССР)	спондил- овая глина (УССР)	кутинская глина (близ Москвы)	кембрий- ская глина (близ Ле- нинграда)	лужская глина (близ Ле- нинграда)	сланцевая глина (близ Ле- нинграда)
Кремнезем	SiO ₂	46,1—46,8*	50,1	48,1—49,9	53,5	51,3	55,5	59,4	66,1	88,0
Двуокись титана	TiO ₂	0,2—0,3	1,0	2,0—1,5	0,9	0,6	—	1,4	0,6	0,4
Глинозем	Al ₂ O ₃	37,8—39,8	34,3	35,5—34,0	26,2	12,3	16,3	20,5	15,1	10,9
Окись железа	Fe ₂ O ₃	0,3—0,7	0,7	0,8—0,7	10,3	2,0	7,2	3,2 Fe ₂ O ₃ + +2,5 FeO	5,8	5,5
Окись кальция	CaO	0,1—0,5	0,5	0,7—0,5	0,8	15,8	5,4	0,4	1,6	11,5
Окись магния	MgO	—	0,5	0,2—0,3	0,6	1,1	3,1	2,7	1,9	9,6
Окись калия	K ₂ O	—	2,0	0,2—0,4	0,3	2,1	2,7	2,2	4,3	5,7
Окись натрия	Na ₂ O	—	0,5	0,1—0,2	—	—	0,5	0,6	0,8	Следы
Потеря при прока- ливании п. п. **	—	13,3—14,0	10,2	12,3—12,5	8,4	15,4	15,0	5,1	3,8	18,7
Огнеупорность, °С	—	1770	1750	1740	1480	1140	1180	1240	~ 1150	—
Спекание при 2% водопоглощения, °С	—	—	1050	1200	1050	1120	—	1180	1060— 1100	После 1250

* Цифры химических анализов обычно даются с округами долями; здесь — округленно.

** Вода, входящая в состав глинистого вещества, — органические примеси + углекислый газ от разложения карбонатов. Т. е. все то, что улетучивается в результате прокаливания пробы, — потеря при прокаливании (п. п. п.).

и при низких температурах эти глины имеют достаточную прочность из-за образования кристаллов в черепке.

Даже из неполного перечня технологических заключений исходя из химического состава глин видно, что анализы их весьма нужны.

Физические свойства глин. Некоторые свойства глин сильно изменяются только из-за размера частиц и из-за соотношения количеств тонких и крупных фракций. Иногда глину разделяют на фракции с помощью набора сит (см. приложение 1), но, к сожалению, это дает представление о зерновом составе не глинистого вещества

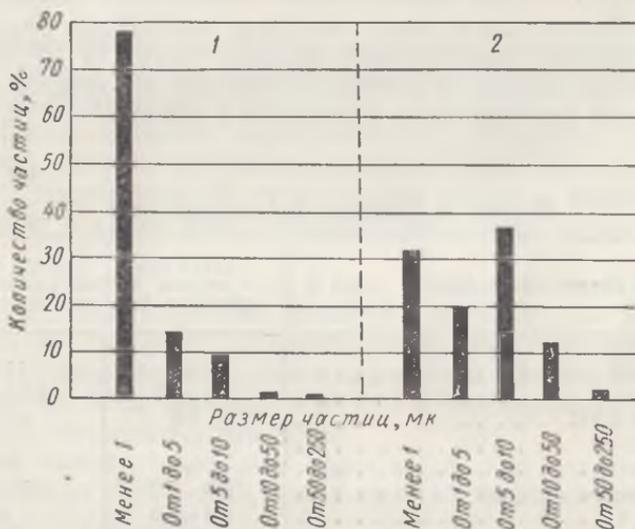


Рис. 86. Диаграммы распределения частиц по размеру (мк) в глинистых материалах

1 — часовьярская глина; 2 — просьяновский каолин

как такового, а в основном — сравнительно крупных примесей (кварцевого песка, полевого шпата и др.). Даже одно из самых тонких сит, размер отверстий в котором 0,06 мм (10 000 отв/см²) или по новой шкале № 0053 (10 200 отв/см²), не задерживает полностью частицы собственно глины, размер которых равен 5—10 микрон и ниже, или соответственно 0,005—0,01 мм [1 микрон (мк) — это 1/1000 миллиметра]. Тогда прибегают к анализу, основанному на так называемой с е д и м е н т а ц и и, позволяющему с известным приближением установить процентное содержание частиц от 10 до 1 мк и даже менее.

Из рис. 86 видно, что одна из часовьярских глин содержит почти 79% частиц размером менее 1 мк; это говорит о том, что подобная глина дает большую усадку при сушке (до 10,5%), но она дает и повышенную прочность, что можно объяснить значительной общей площадью частиц. Такая глина обладает и высокой пластичностью.

Установлено, что если средний размер зерен глины будет примерно 1 *мк*, то 100 г ее составят поверхность, приблизительно равную $800 \cdot 10^4 \text{ см}^2$, и усадка при сушке ее достигнет 0,6%; прочность в сухом состоянии 64 кг/см^2 . При среднем же размере зерен в два раза меньшем ($\sim 0,5 \text{ мк}$) поверхность возрастет примерно до $2700 \times 10^4 \text{ см}^2$, т. е. почти в 3,5 раза, и усадка при сушке будет 10%; прочность — около 130 кг/см^2 .

Просьяновский каолин (рис. 86) содержит лишь 31% частиц менее 1 *мк*. Он должен дать меньшую усадку при сушке, чем часовъярская глина. В действительности она колеблется в пределах 2—3%, и пластичность этого каолина значительно меньше. Связующая способность его — тоже невелика, так как он содержит заметное количество сравнительно крупных частиц от 10 до 250 *мк*, которые нельзя отнести к собственно глинистому веществу.

Усиленные свойства глин приведены в табл. 4.

Таблица 4

Усадка и рочность высушенных глин

Каолин или глина	Усадка при сушке (усушка), %	Предел прочности на излом высушенных образцов, кг/см^2
Просьяновский каолин	2—3	11—18
Дружковская 0	8—10	88,5—104
Латненская ЛТ-1	7,8	80—90
Никифоровская	8,0	—
Спондиловая	8,5	51
Кучинская	6,0—7,2	16,8—43,6
Кембрийская	6,4—6,6	46,9
Лужская	6,6	104,0
Славеная	5,6	40,0

Сокращение размеров происходит потому, что при сушке испаряются тонкие пленки воды, находящиеся между частичками (см. гл. 17).

Из обжиговых свойств, кроме цвета, получающегося после обжига, большое значение имеет спекание (усадка), а также интервал между температурой спекания и деформацией (огнеупорностью), так как чем он больше, тем меньше вероятность искривления изделий при обжиге и высокой пористости. Опять-таки при этом многое зависит от дисперсности глинистых частиц. В рассмотренной часовъярской глине содержится много тончайших кристаллов монотермита и в то же время сравнительно много плавня (флюса), т. е. окиси калия. Такая глина рано спекается, ее реакционная способность повышена. Размер частиц поэтому взаимосвязан и с обжиговой усадкой, и с пористостью черепка.

Пористость (водопоглощение, см. гл. 6) является важным критерием при определении пригодности глины для той или иной

цели. Всегда можно установить, пригодна ли она, например, для каменного товара (спекшегося) или нет.

Учитывается и ряд других физических свойств глины и каолинов, как, например, число пластичности, связующая способность, зыбкость*, т. е. возможность деформации сырых образцов при сравнительно легком их сотрясении. Последнюю можно определить и выразить в числовых данных на приборе, созданном автором, — зыбкомере**.

5. Непластичные материалы

Отощающие материалы. Одним из главных компонентов керамического черепка является кремнезем (SiO_2), который вводится в состав массы различными материалами — кварцем и др.

Кварц. Целью введения кварца является уменьшение, насколько это возможно, сокращения размеров изделия при сушке и обжиге и тем самым предотвращение «треска» при слишком жирной (пластичной) глине, а кроме того, создание своего рода каркаса в теле черепка.

Кварц встречается в природе в виде крупных блоков или жил, а потому перед применением он дробится и измельчается. Вредными примесями в нем, особенно при изготовлении так называемой тонкой керамики (фарфора, фаянса), являются окислы железа, от которых в некоторых случаях избавляются путем разбраковки камней и специальными методами обогащения.

Хороший кварц, такой как мурманский или уральский, содержит иногда до 99,8% SiO_2 и практически может считаться сто-процентным кремнеземом.

Кварцевые пески. Эти пески не должны быть пылеваты. В первом сорте кварцевого песка, если он предназначен, например, для изготовления фарфора, должно содержаться не менее 95% SiO_2 .

Кремень. Подобно кварцу по составу он представляет собой кремнезем (SiO_2) довольно высокой чистоты с весьма тонким кристаллическим строением. Известная кремневая галька (голыш), сплошь и рядом сероватая на цвет, дает после обжига белый материал.

Кремень чаще применяют для изготовления глазурей и в отдельных случаях — для получения, например, каменного товара.

Каолиновые (кварцевые) отходы. Применение содержащих кварц отходов, получающихся на фабриках при обогащении природного каолина, выгодно сказывается на экономике производства.

* М и к л а ш е в с к и й А. И., В и р о С. Э. О природе и измерении зыбкости фарфоровых масс. Керамический сборник, № 17, 1947.

** М и к л а ш е в с к и й А. И. Прибор для определения растекания (пластичности) керамической массы. Авторское свидетельство № 68579 от 15/IV 1946 г., БИТЗ, 1947, № 6.

Шамот. Это искусственный отощающий материал. Он получается при специальном обжиге в печах кусков глины или брикетов при высокой температуре. Во многих случаях используется бой шамотных капсулей, применяемых для обжига в них изделий. Это один из основных отощающих материалов для строительной керамики.

Фарфоровый бой. В фарфоровом производстве в качестве отощающего материала часто применяют бисквитный и глазурированный бой.

Месторождения. Месторождения кварца находятся: в Карельской АССР, на Украине — недалеко от Кривого Рога, в Днепропетровской области, на Урале — в Билибаевском районе и др.

Кварцевые чистые пески добываются на Люберецком месторождении (под Москвой), а также на Часовъярском (под Артемовском), на Будском (под Брянском), на Водолажском (под Харьковом) и на других. Промышленное значение имеет также лужский песок (под Лугой в Ленинградской обл.), а также саблинский (Саблино под Ленинградом).

Месторождения кремня находятся в Московской и Ивановской областях, на Украине — на Волини и Днепропетровщине.

Некоторые химические и физические свойства кварца. Одним из важных свойств кварца является его химическая стойкость. Практически он не растворяется ни в одной из минеральных кислот, кроме фтористоводородной (HF).

Важным физическим свойством кварца, с которым керамистам приходится весьма считаться, — это его способность при нагреве переходить из одного физического состояния в другое (см. гл. 11).

Все указанные кремнеземсодержащие материалы весьма огнеупорны.

Плавни (флюсы). Собственно плавни, плавящиеся при сравнительно низких температурах, а также материалы, создающие плавкость в силу эвтектических явлений, нужны для того, чтобы в изделии образовалось то или иное количество стекла, которое растворяет в себе другие составные части керамической массы и как бы цементирует частицы в одно целое при охлаждении. После обжига, например, фарфоровых масс последние приобретают даже некоторую прозрачность (просвечиваемость).

Полевые шпаты. Состоят из таких минералов, как ортоклаз $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, альбит $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, анортит $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ (в некотором количестве присутствуют кварц и каолинит). Эти минералы обычно смешаны друг с другом в твердом растворе. Так как калиевый полевой шпат дает более вязкий расплав, чем натриевый, способствуя тем самым сохранению формы изделия при обжиге, то именно его предпочитают для изготовления черепка, а натриевые полевые шпаты идут в глазури.

Пегматиты. Поскольку весьма чистые калиевые полевые шпаты в СССР встречаются сравнительно в небольших количествах,

то практически пользуются их заменителями — пегматитами, состоящими приблизительно из 70% полевого шпата и 30% кварца (содержание колеблется).

Плагиоклазы. Твердые растворы альбита и анортита образуют группу плагиоклазов. Несмотря на то, что вязкость расплава их понижена, исследованием доказана возможность применения их в некоторых видах тонкой керамики.

Нефелиновый сиенит. К заменителям пегматита может быть отнесен и нефелиновый сиенит. Теоретический состав нефелина: $(\text{Na}, \text{K})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. Он является сильным плавнем, что позволяет применять его в низкотемпературных окрашивающихся после обжига массах.

Сподумен. Это содержащий литий минерал $\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$. Он позволяет снизить температуру обжига, например фарфора, на 150°C ; в остеклованных массах понижает коэффициент линейного расширения.

Известняк (мел, мрамор), магнезит, доломит (опока). Это карбонаты кальция и магния, т. е. углекислые соединения: CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Они не являются собственно плавнями. При нагреве до $800\text{—}900^\circ\text{C}$ разлагаются на соответствующий окисел и углекислый газ. Образующиеся при этом окислы CaO и MgO весьма огнеупорны, но, находясь в тонком состоянии и в контакте с другими окислами шихты, могут при обжиге давать легкоплавкие соединения (эвтектики).

По составу и петрографической* характеристике мел это углекислый кальций (CaCO_3) — мягкий землистый известняк, состоящий из остатков микроорганизмов.

Мрамор (CaCO_3) — кристаллический известняк, являющийся продуктом перекристаллизации углекислых пород.

М е с т о р о ж д е н и я. Полевыми шпатами богат Урал. На юге Украины, в Волновахском районе, имеются полевые шпаты и пегматиты. Последние находятся также в Карелии. На берегу Ладожского озера разрабатываются крупные жилы пегматита с различным соотношением полевого шпата и кварца. На северо-восточном побережье этого озера, в Питкярантском массиве, имеются граниты-рапакиви, из которых возможно получение полевошпатовых концентратов.

Довольно чистые нефелины имеются в УССР. Становятся известными нефелины комбината «Апатит» (Кольский полуостров).

Месторождения мела находятся вблизи Брянска и Белгорода.

Мраморы добываются в Карелии, на Урале, Алтае, Кавказе, известняки — в Московской и многих других областях.

Из сравнительно новых материалов отметим дацит и перлит.

Даци́т («гусевский камень»). Это — относительно новый сырьевой материал, идущий главным образом для изготовления фарфора.

* Петрография — наука о камне, горных породах, минералогическом и химическом составе, структуре.

Примеры химических составов полевых шпатов и их заместителей (в %)

Наименование окислов	Формула	Калиевые полевые шпаты	Пегматиты	Плагиоклазы	Нефелиновый шпат	Нефелин-комбината «Лавитт»
Кремнезем	SiO ₂	64,3—65,3	71,0—73,6	60,5—65,2	53,4	43,58
Диоксид титана	TiO ₂	—	—	—	0,9	—
Глинозем	Al ₂ O ₃	18,1—19,1	14,4—17,7	22,2—24,9	22,1	29,97
Оксид железа	Fe ₂ O ₃	0,1—3,0	0,1—0,4	0,0—0,1	4,2	3,00
> кальция	CaO	0,2—0,4	0,5—2,1	2,1—6,1	1,4	1,38
> магния	MgO	Следы*—0,0	Следы—0,1	Следы	0,8	—
> калия	K ₂ O	13,0—15,3**	1,1—9,4	2,1—10,2	6,0	—
> натрия	Na ₂ O	0,9—0,4	1,3—9,4	2,7—8,8	9,9	19,82
Потери при прокаливании (п.п.)	—	0,1—0,4	0,1—0,6	—	1,1	—

* Следы — значит, практически не обнаруживается простым химическим анализом.

** Встречаются и с меньшим содержанием калия.

Это каолинизированный вторичный кварцит; он может вводиться в керамические массы взамен кварцевого песка и основной части каолина. При тонком измельчении с водой гусевский камень проявляет признаки пластичности, а в отформованном виде после высушивания образцов — заметную механическую прочность. По химическому составу дацит характеризуется высоким содержанием кремнезема (75—77%). Количество глинозема в нем находится в пределах 15—17%. В нем содержатся также и щелочные компоненты, доходя в некоторых разновидностях до 5—6%.

Месторождение дацита находится в Надеждинском районе Приморского края.

Перлит. Это новый заместитель полевого шпата и пегматита. Он содержит значительное количество щелочей. В перлите Арагацкого месторождения (Армянская ССР) имеется 5,0% Na₂O и 2,5% K₂O.

Некоторые химические и физические свойства полевых шпатов и их заместителей. В табл. 5 приведены примеры химических составов некоторых полевых шпатов и их заместителей. При изготовлении белого товара необходимо применять такие полевошпатовые флюсы, которые при расплавлении дают стекло, не пронизанное черными точками («мушками»), возникающими из-за повышенного содержания железа. Но для окрашенных, например, полевых плиток (камен-

ный товар) можно применить почти любой шпат, пегматит и даже нефелиновый сиенит. Теоретически чистый калиевый полевошпатовое стекло (распадается на лейцит и стекло) при 1170°C . Полевошпатовое стекло в зависимости от температуры в той или иной мере растворяет в себе кварц, каолин или глину.

Из других материалов для изготовления керамических масс рассмотрим тальк и пиррофиллит.

Тальк. Он принадлежит к кремнеземистомагнезиальному сырью. Его примерный состав: $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Породы, содержащие большое количество талька, называются талькитами, а талькит с плотной структурой — жиром или стеатитом; из него можно вытачивать изделия.

Изготовленные с тальком изделия весьма устойчивы к резкому изменению температуры, а поэтому очень часто его применяют для изготовления жароупорной посуды.

Высокоизвестковые тальковые массы весьма эффективны для изготовления художественной керамики, так как они могут быть обожжены при сравнительно низкой температуре ($1000\text{--}1050^{\circ}\text{C}$) и давать достаточную прочность. Литейные шликеры, содержащие большое количество талька, получают с хорошими свойствами, а пластичные — с худшими.

Хорошо известен довольно чистый онотский тальк, месторождение которого находится в Восточной Сибири (ст. Черемхово), а также шабровский (нечистый) — недалеко от Свердловска. Примером химического состава может служить шабровская талько-магнезитовая порода со средним содержанием окислов (в %): SiO_2 — 30,4; Al_2O_3 — 1,25; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ — 8,0; CaO — 0,6; MgO — 32,7; потеря при прокаливании — 22,5 — 32,0.

Одним из основных физических свойств талька является малый коэффициент линейного расширения. При обжиге, начиная с 1100°C , сильно падает его пористость (водопоглощение). Обжиг при $1300\text{--}1350^{\circ}\text{C}$ связан с небольшой усадкой и нарастанием прочности. Белизна изделий повышается с увеличением тонкости частиц талька.

Пиррофиллит. Это мягкий материал, имеющий следующий состав: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; огнеупорность его 1710°C . Для художественной керамики он может быть интересен тем, что благодаря мягкости из него можно путем механической обработки делать изделия, которые сохраняют при обжиге свою форму и приобретают большую механическую прочность. Известны белорусские, казахские и другие пиррофиллиты.

6. Вспомогательные материалы

Гипс. Формовочный гипс применяется для изготовления форм, в которых осуществляют отливку и отминку изделий (см. гл. 15).

Природный гипсовый камень соответствует формуле $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, но часто бывает загрязнен примесями. Чистая его разновидность называется алебастром.

рв

510

После обжига от 120 до 200° С гипсовый камень теряет полторы молекулы воды, т. е. обезвоживается и переходит в полугидрат $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. В измельченном состоянии он носит название штукатурного гипса. При затворении водой он начинает кристаллизоваться и как бы снова присоединяет полторы молекулы воды. Схватываясь, он образует довольно прочную пористую массу (~56% пористости) с некоторым увеличением в объеме (на 1%).

Несмотря на то, что для образования двуhydrата, согласно расчету, требуется немного воды, практически же для затворения ее добавляют гораздо больше. Здесь имеет место не только химическая реакция, но и механическое наполнение образовавшихся пор водой.

Гипс малорастворим в воде; в процессе схватывания температура смеси повышается.

Шамот. Вводится в массы, служащие для изготовления капселей и другого огнеупорного припаса: полок, крестов, шамотных «спичек», т. е. приспособлений, используемых при садке изделий в печь.

Шамот придает известную пористость изделию и термическую стойкость — качество, которое весьма необходимо, например, для капселя.

Действие шамота во всех изделиях зависит не только от количества его в соответствующей массе, но и от зернового состава, температуры обжига самого шамота и даже от формы зерен.

Шамотные капсели все же недостаточно износоустойчивы; в настоящее время на заводах внедряются очень термостойкие карборундовые капсели с отощающим материалом — карборундом (SiC); они обладают повышенной теплопроводностью.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

КЕРАМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ И ГРАФИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Многие художники, начинающие работать в керамике, считают, что наиболее трудны в ней керамические расчеты масс и глазурей, а поэтому они становятся на исключительно эмпирический путь в работе. Игнорирование расчетов и теоретических обобщений крайне обедняет знания керамиста, а подчас делает его беспомощным.

Несколько своеобразный в этом деле «язык» керамистов выражается, главным образом, в том, что большинство из использую-

щихся сложных соединений дается не в виде солей, кислот или щелочей, как принято в химии, а в виде составляющих их элементов, соединенных с кислородом, т. е. окислов. Например, формула, представляющая собой натриевую соль борной кислоты $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, весьма удобна для керамистов, когда представлена как $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$. В более сложных материалах, таких, как калиевый полевошпат, преимущество представления его в виде $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, а не в виде $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ сказывается еще больше. Помимо того, что первая формула легче запоминается, различные иногда очень сложные силикатные соединения нагляднее и легче между собой сравниваются по кислотности, основности, огнеупорности и др., с чем познакомимся ниже.

1. Химический и рациональный анализы и расчеты по ним

Химический анализ. В химическом анализе, например, кремний (Si) дается в виде SiO_2 , алюминий (Al) как Al_2O_3 , кальций (Ca) как CaO и т. д.

Анализ одного из образцов часовъярской глины показал следующий состав (в %): SiO_2 — 52,39; TiO_2 — 1,02; Al_2O_3 — 33,62; Fe_2O_3 — 0,81; CaO — 0,29; MgO — 0,69; K_2O — 1,84; Na_2O — 0,38; потеря при прокаливании (п.п.п.) — 8,90; сумма — 99,94%.

Соответствующая кремнезему цифра 52,39% относится ко всему кремнезему, находящемуся в глине. Но глины могут состоять из различных кремнеземистых минералов: собственно глинистого вещества, например каолинита ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), а также из полевых шпатов ($\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) и кварца (SiO_2). Везде, как мы видим, содержится кремнезем, но в данных химического анализа нет подразделения, какая его часть соответствует, например, каолиниту, какая — полевошпату, а какая — просто песку.

Для полной оценки неизвестной глины необходимо знать, какие в ней присутствуют минералы и в каких количественных соотношениях. Эти данные можно получить непосредственно из так называемого рационального анализа или пересчетом данных химического анализа на минеральные составляющие.

Рациональный анализ. Соответствующими исследованиями (Зегер и др.) было установлено, что высокие сорта каолинов и огнеупорных белых глин состоят в основном из собственно глинистого вещества, кварца и полевого шпата. Пользуясь избирательной способностью кислот и щелочей растворять составляющие глину минералы, был разработан особый способ анализа — **рациональный**.

Крепкая серная кислота (H_2SO_4) разлагает при нагреве глинистое вещество на глинозем и кремнезем. При этом глинозем (определяемый затем аналитически) растворяется в серной кислоте, а кремнезем переходит в такую модификацию, которая может быть растворена уже в щелочах.

Например, в 1 г какой-то глины этим способом было найдено 0,2761 г Al_2O_3 . Найдем, какому количеству каолинита они соответствуют.

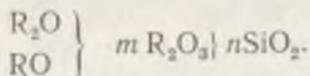
Согласно формуле 258 весовых частей (в.ч.) каолинита содержат 102 в.ч. Al_2O_3 (мол. вес); тогда x каолинита содержат 0,2761 г Al_2O_3 :

$$x = \frac{258 \cdot 0,2761}{102} = 0,70 \text{ в. ч. каолинита.}$$

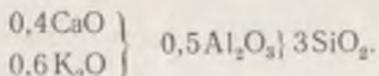
Кварц и полевой шпат практически не растворяются в серной кислоте. Их обрабатывают другими способами.

Таким образом, путем рационального анализа можно получить данные минеральных составляющих глины или каолина.

Формула Зегера (молекулярная). В свое время для удобства расчета и лучшего понимания характеристик силикатов было предложено в формулах сложных составов основные окислы типа R_2O (K_2O , Na_2O , Li_2O и т. п.) и типа RO (CaO , MgO , SrO и т. п.) писать в одной группе и приводить их сумму молей (грамм-молекул) всегда к единице, т. е. к одному молю; при этом число молекул типа R_2O_3 (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 и т. п.) и число кислотных окислов типа RO_2 (SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2) и некоторых других вычислять, т. е. чтобы все силикаты можно было выражать единой молекулярной формулой



Приведенная формула вещества может быть, например, такой:



Если ее нужно «раскрыть» на соответствующие материалы и составить из них подобный силикат (глазурь), то, произведя расчеты, эти окислы берут из соответствующих им сырьевых материалов и только редко — в виде окислов. Например, если нужно ввести CaO (RO), то берут его из карбоната кальция $CaCO_3 = CaO \cdot CO_2$ (см. расчет глазури).

Пример использования рационального анализа. Задан следующий минеральный состав высокожгущейся белой массы: 50% глинистого вещества, 25% полевого шпата и 25% кварца. Заметим, что в данном примере сказано: «глинистого вещества», но не глины. Рациональный состав глины следующий: 72% собственно глинистого вещества, 26% кварца и 2% полевого шпата.

Если зададимся целью в счет 50% глинистого вещества ввести, например, 14% каолина, принимая его за чистое глинистое вещество (каолинит), то остальные 36% глинистого вещества для лучшей формуемости надо будет ввести в виде пластичной глины, которая всегда содержит и глинистое вещество, и кварц, и полевой шпат. Так как глина — не стопроцентное глинистое вещество, то ее нужно вводить в большем чем 36% количестве. Рассуждаем так:

1. Если бы мы взяли 100 в.ч. глины, то согласно рациональному анализу ввели бы 72 в.ч. глинистого вещества, а нам нужно ввести только 36 в.ч.:

$$\left. \begin{array}{l} 100 - 72 \\ x - 36 \end{array} \right\} x = \frac{36 \cdot 100}{72} = 50 \text{ в. ч. глины.}$$

Таким образом, чтобы ввести 36 в.ч. глинистого вещества, нужно взять 50 в.ч. данной глины; но эти 50 в.ч. глины содержат кварц.

2. Делаем поправку на кварц:

$$\left. \begin{array}{l} 100 - 26 \\ 50 - x \end{array} \right\} x = \frac{50 \cdot 26}{100} = 13 \text{ в. ч. кварца (из глины).}$$

3. Но глина, кроме кварца, содержит и полевой шпат:

$$\left. \begin{array}{l} 100 - 2 \\ 50 - x \end{array} \right\} x = \frac{2 \cdot 50}{100} = 1 \text{ в. ч. полевого шпата (из глины).}$$

Таким образом, в 50 в.ч. глины содержится 13 в.ч. кварца и 1 в.ч. полевого шпата. Следовательно, первоначальный минеральный состав в материалах должен принять следующий вид: каолин — 14 в.ч.; глина — 50 в.ч.; кварц — 12 в.ч. (25—13); полевой шпат — 24 в.ч. (25—1).

Однако мы не всегда располагаем рациональным составом сырья. Тогда пользуемся типичным для данного сырья химическим анализом (если нет конкретного) и поступаем тоже расчетным способом (см. ниже).

Молекулярный вес и формульный вес. Молекулярный вес, соответствующий применяемому в керамике материалу, в практике часто называют **формульным весом** (см. гл. 11), так как, строго говоря, истинный молекулярный вес, например, кремнезема не известен и не равняется 60, а равен кратному 60, поэтому его часто пишут как $(\text{SiO}_2)_n$.

Грамм-молекула калиевого полевого шпата соответствует 556,8 г; указанная цифра может быть названа формульным весом.*

Эквивалентный вес. Если нужно ввести в состав (согласно молекулярной формуле, см. выше) один молекулярный вес PbO , а в качестве сырья у нас имеется глет, формула которого PbO , и практически он ничего другого не содержит, то, сосчитав, чему равен молекулярный (формульный) вес, мы должны ввести соответствующее число весовых частей этого сырья (в граммах, килограммах и т. д.), в данном случае 223 в.ч.

* В тексте понятия «формульный вес» и «молекулярный вес» — практически одно и то же.

Если же нужно ввести не целый молекулярный вес окиси свинца, а половину его ($0,5\text{PbO}$), то берут половину молекулярного веса глета в весовых частях, т. е. 111,5 в.ч. Но если потребуется ввести один молекулярный вес CaO , а сырьем для этого будет служить не CaO , а мел или мрамор, формула которого соответствует CaCO_3 или $\text{CaO}\cdot\text{CO}_2$, то надо сосчитать, чему равен молекулярный вес всего CaCO_3 , и это количество (100 в.ч.) взять для работы. Один молекулярный вес CaCO_3 , как видно из формулы $\text{CaO}\cdot\text{CO}_2$, обеспечит один необходимый молекулярный вес CaO .

Однако часто приходится брать так называемый эквивалентный вес материала. В этом случае один эквивалентный вес материала есть тот вес, который может обеспечить один молекулярный (формульный) вес по отношению к тому окислу, в котором мы заинтересованы (в примере с CaCO_3 он также будет равен 100, как и молекулярный).

Положим, что согласно формуле Зегера требуется ввести один молекулярный вес B_2O_3 , а вводить его по технологическим условиям необходимо в виде буры: $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2\text{B}_2\text{O}_3\cdot 10\text{H}_2\text{O}$, молекулярный вес которой равен 381,4. При этом нельзя взять целый молекулярный (формульный) вес, а надо взять эквивалентный по отношению к B_2O_3 вес, т. е. половину общего молекулярного веса буры (в в.ч.). Значит, эквивалентный вес буры по отношению к B_2O_3 будет не 381,4, а 190,7. Однако эквивалентный вес буры по отношению к Na_2O будет совпадать с общим молекулярным весом буры — 381,4. Но для того чтобы ввести один молекулярный вес SiO_2 в виде натриевого полевого шпата ($\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$), надо взять лишь одну шестую молекулярного веса шпата, т. е. 87,6 в.ч., что и будет его эквивалентным весом по отношению к кремнезему (см. формулу).

А вот натриевая селитра (NaNO_3) с молекулярным весом 85 даст лишь половину молекулярного веса Na_2O , так как только из двух грамм-молекул NaNO_3 можно получить одну грамм-молекулу Na_2O ($2\text{NaNO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_5$).

Таким образом, эквивалентный вес или совпадает с целым молекулярным весом (формульным), или кратен ему (табл. 6).

Расчет минералов в глине из данных химического анализа. Для примера возьмем в округленных цифрах данные химического анализа глины (в %): кремнезем SiO_2 — 50,1; окись титана TiO_2 — 1,1; глинозем Al_2O_3 — 34,3; окись железа Fe_2O_3 — 0,7; окись кальция CaO — 0,5; окись магния MgO — 0,5; щелочи $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ — 2,5; потеря при прокаливании (п.п.п.) — 10,0; сумма — 99,7% (цифра, соответствующая п.п.п., учитывается лишь как контрольная при анализе).

Следует знать, что количества окиси калия и окиси натрия характеризуют в основном полевого шпата. Последний содержит, кроме того, глинозем и кремнезем, с которыми надо будет связать, согласно его формуле, — щелочи. Оставшийся в соответствии с химическим анализом избыток глинозема свяжем с кремнеземом для выявления глинистого минерала (каолинита). Избыточная часть

Молекулярные (формульные) и относительные эквивалентные веса
часто применяющихся керамических материалов

Сырьевые материалы	Формулы для керамических расчетов	Молекулярный (формульный) вес	Эквивалентный вес по отношению		
			к основному оксиду RO	к нейтральным оксидам типа R_2O_3	к кислотным оксидам типа RO_2
Карбонат натрия (сода)	$Na_2O \cdot CO_2$	106,0	106,0	—	—
Натриевый полево-шпат	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	524,5	524,5	524,5	87,6
Калиевый полево-шпат	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	556,8	556,8	556,8	92,9
Кальциевый полево-шпат	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	278,0	278,0	278,0	139,0
Борат натрия (кристаллическая бора)	$Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$	381,4	381,4	190,7	190,7*
Борат натрия (прокаленный)	$Na_2O \cdot 2B_2O_3$	201,4	201,4	100,7	100,7
Криолит	$3NaF \cdot AlF_3$	210,0	140,0	420,0	—
Азотнокислый натрий (селитра)	$NaNO_3 = 0,5Na_2O \cdot 0,5N_2O_5$	85,0	170,0	—	—
Карбонат калия (поташ)	$K_2O \cdot CO_2$	138,0	138,0	—	—
Азотнокислый калий (селитра)	$KNO_3 = 0,5K_2O \cdot 0,5N_2O_5$	101,0	202,0	—	—
Карбонат лития	$Li_2O \cdot CO_2$	73,9	73,9	—	—
Сподумен	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$	372,0	372,0	372,0	93,0
Карбонат кальция (мел)	$CaO \cdot CO_2$	100,1	100,1	—	—
Фтористый кальций (плавиковый шпат)	CaF_2	78,1	78,1	—	—
Фосфат кальция (апатит)	$3CaO \cdot P_2O_5$	320,2	106,7	—	—
Карбонат магния (магнезит)	$MgO \cdot CO_2$	84,3	84,3	—	—
Карбонат бария (вите-рит)	$BaO \cdot CO_2$	197,4	197,4	—	—
Сульфат стронция (целестин)	$SrO \cdot SO_3$	183,7	183,7	—	—
Карбонат стронция (стронцианит)	$SrO \cdot CO_2$	147,6	147,6	—	—
Карбонат цинка	$ZnO \cdot CO_2$	125,4	125,4	—	—
Окись цинка (цинкит)	ZnO	81,4	81,4	—	—
Карбонат свинца (свинцовые белила)	$3PbO \cdot 2CO_2 \cdot H_2O$	775,6	258,5	—	—
Окись свинца (глет)	PbO	223,2	223,2	—	—
Свинцовый сурик	$PbO \cdot PbO \cdot PbO \cdot O = Pb_3O_4$	685,6	228,5	—	—
Глинозем	Al_2O_3	101,9	—	101,9	—

Сырьевые материалы	Формула для керамических расчетов	Молекулярный (формульный) вес	Эквивалентный вес по отношению		
			к основным оксидам типа RO и R ₂ O	к нейтральным оксидам типа R ₂ O ₃	к кислотным оксидам типа R ₂ O
Гидрат окиси глинозема	Al ₂ O ₃ · 3H ₂ O	155,9	—	155,9	—
Глина, каолин (каолинит)	Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂ · 2H ₂ O	258,2	—	258,2	129,1
Глина, каолин (прокаленный)	Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂	222,2	—	222,2	111,1
Окись бора (борный ангидрид)	B ₂ O ₃	69,6	—	69,6	—
Борная кислота	B ₂ O ₃ · 3H ₂ O	123,7	—	123,7	—
Окись железа (гематит)	Fe ₂ O ₃	159,7	79,8	159,7	—
Закись железа	FeO	71,8	71,8	—	—
Кварц, кварцевый песок (кремень)	SiO ₂	60,1	—	—	60,1
Двуокись олова	SnO ₂	150,7	—	—	150,7
Двуокись титана (рутил)	TiO ₂	80,1	—	—	80,1
Двуокись циркония	ZrO ₂	123,0	123,0	—	123,0
Окись меди	CuO	79,6	79,6	—	—
Карбонат меди	CuO · CO ₂	123,5	123,5	—	—
Окись хрома	Cr ₂ O ₃	152,0	76,0	152,0	—
Окись кобальта (черная)	Co ₂ O ₃	165,9	83,0	165,9	—
Окись никеля (черная)	Ni ₂ O ₃	165,4	82,7	165,4	—
Двуокись марганца (пиролюзит)	MnO ₂	86,9	86,9	—	86,9

* B₂O₃ часто ставят в группу RO₂.

кремнезема может быть принята как кварц. Количествами окисей кальция и магния можно пренебречь. Окиси железа и титана условимся считать присутствующими в виде окисей (в свободном виде).

В табл. 7 число эквивалентов получается в результате деления весового процента на соответствующий эквивалентный вес окисла.

Для суммы щелочей K₂O + Na₂O предполагаем, что одна половина суммарного содержания является окисью калия, а другая — окисью натрия (натриевый полевой шпат часто сопутствует калиевому). Таким образом, цифра 0,032 в таблице получилась от деления 1,25 : 94 и 1,25 : 62, а затем от сложения частных. Для пояснения составленной таблицы будем рассуждать следующим образом.

Расчет минералов в глин

Оксид	Весовой процент оксида в глин (из анализа)	Относительное число эквивалентов
SiO ₂	50,1	0,835
TiO ₂	1,1	0,014
Al ₂ O ₃	34,3	0,337
Fe ₂ O ₃	0,7	0,004
K ₂ O+Na ₂ O	2,5	0,032

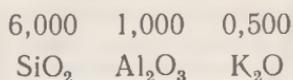
Первое продолжение табл. 7

Минералы в эквивалентах (чистые материалы)	Эквиваленты оксидов				
	0,835 SiO ₂	0,014 TiO ₂	0,337 Al ₂ O ₃	0,004 Fe ₂ O ₃	0,032 K ₂ O+Na ₂ O
0,032 полевого шпата	0,192	—	0,032	—	0,032
Разность	0,643	0,014	0,305	0,004	0
0,305 глинистого минерала	0,610	—	0,305	—	—
Разность	0,033	0,014	0	0,004	0
0,033 кварца	0,033	—	—	—	—
Разность	0	0,014	0	0,004	0
0,004 окиси железа	—	—	—	0,004	—
Разность	0	0,014	0	0	0
0,014 двуокиси титана	—	0,014	—	—	—
Разность	0	0	0	0	0

Второе продолжение табл. 7

Минерал	Минералы в эквивалентах	Формульный вес	Относительный вес	Весовой процент
Полевой шпат	0,032	540,6	17,3	17,4
Глинистый минерал	0,305	258,2	78,7	78,9
Кварц	0,033	60,1	2,0	2,0
Гематит	0,004	159,7	0,6	0,6
Рутил	0,014	80,1	4,1	1,1
Сумма	—	—	99,7	100,0

Если бы у нас в верхней строке (см. первое продолжение табл. 7) были не такие дробные числа, а, например, следующие (титан и железо опустим):



то, чтобы удовлетворить (исключить) 0,5 экв. K_2O , надо было бы взять 0,5 экв. полевого шпата. Этим мы одновременно исключили бы и 0,5 экв. Al_2O_3 и $0,5 \cdot 6 = 3,0$ экв. SiO_2 . В результате остались бы не исключенными 0,5 экв. Al_2O_3 и 3,0 экв. SiO_2 (разность), которые надо исключить другим веществом, лучше всего—глинистым.

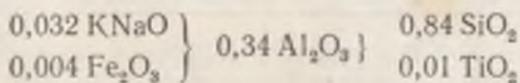
Подобные рассуждения отражены в том же продолжении табл. 7, только с меньшими дробными числами, а именно: чтобы исключить основания $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ в количестве 0,032 экв., потребуется 0,032 экв. полевого шпата, с которыми будет исключено 0,032 экв. Al_2O_3 и $0,032 \cdot 6 = 0,192$ экв. SiO_2 . При соответствующем вычитании их из общего количества эквивалентов получается «разность». Чтобы исключить оставшиеся 0,305 экв. Al_2O_3 , возьмем 0,305 экв. глинистого вещества. Оставшиеся после этого 0,033 экв. SiO_2 можно отнести за счет чистого кварца.

В результате находим числа различных минералов (чистых материалов) в эквивалентах, из которых состоит глина. Они пересчитываются на весовые значения путем умножения чисел эквивалентов на соответствующие формульные веса (см. второе продолжение табл. 7). Для полевого шпата формульный вес взят как среднее арифметическое формульных весов калиевого и натриевого полевых шпатов: $0,032 \cdot 540,6 = 17,3$.

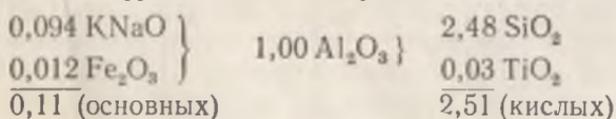
Проведенный расчет достаточно верен при допущении того, что глинистым минералом является только каолинит. Как видим, глина содержит много глинистого вещества (78,9%).

Заметное количество полевого шпата придаст обожженному материалу известную остеклованность и прочность. Спекание глины начнется при сравнительно низких температурах. Общая ее усадка после обжига будет большой.

Числа эквивалентов можно рассмотреть несколько иначе, если расположить их согласно формуле Зегера, т. е. в три колонки: основные, нейтральные и кислые окислы. Причем окись железа условно отнесем в колонку основных окислов, действующих как плавни:



Если в данном случае привести количество Al_2O_3 к единице, то, поделив все цифры на 0,34, получим:



Судя по количествам глинозема и кислых окислов, эта глина довольно огнеупорна.

Диаграммное установление пригодности глины к изготовлению того или иного вида керамики. Разделим глины на шесть групп в соответствии с рис. 87. Глины, пригодные для изготовления огнеупорных изделий, отнесем в первую группу (первое поле). На оси y будем находить цифры, получающиеся от деления количества эквивалентов глинозема (Al_2O_3) на количество эквивалентов кремнезема (SiO_2), содержащихся в глине, т. е. $Al_2O_3 : SiO_2$. На оси x найдем сумму плавней ($K_2O, Na_2O, CaO, MgO, Fe_2O_3$ и некоторых других в зависимости от состава глины). Пересечение прямых дает искомую точку того или иного поля (по А. И. Августинику).

Взятый для расчета химический состав глины (см. выше) соответствует первому полю, так как отношение $0,337 : 0,835$ дает показатель $0,40$, а сумма чисел эквивалентов $K_2O + Na_2O, Fe_2O_3$ дает показатель $0,032 + 0,004 = 0,036$, или округленно $0,04$. Таким образом, эта глина пригодна для изготовления огнеупорных изделий, например шамотных, а также каменных и для фарфора.

Посмотрим, куда можно отнести ленинградскую так называемую ленточную глину следующего состава (в %): SiO_2 — 63,64; Al_2O_3 — 20,33; Fe_2O_3 — 3,32; CaO — 1,53; MgO — 1,12; $K_2O + Na_2O$ — 8,29 (по разности); п.п.п. — 1,77; сумма — 100,00%.

Деление весовых процентов Al_2O_3 на соответствующий эквивалентный вес (совпадает с молекулярным, см. табл. 6) дает число эквивалентов $20,33 : 102 \approx 0,2$. Для SiO_2 получим $63,64 : 60 \approx 1$. Деление же весовых процентов плавней на соответствующие эквивалентные веса и суммирование их при условии, что K_2O и Na_2O содержится поровну, даст показатель $0,2$. Таким образом, отношение $Al_2O_3 : SiO_2 = 0,2 : 1,0 = 0,2$. Сумма плавней также равна $0,2$. Как видим, соответствующая точка на диаграмме расположена в полях кирпично-черепичных глин (4 — черепичные глины).

Значение зернового (гранулометрического) состава отощающего материала. Если составить две массы одного и того же химического состава, но разные по зернистости отощающего материала, например 50% лубытинской глины + 50% молотого кварцита, то, как показал опыт, при величине зерен кварцита $1,02—1,20$ мм огнеупорность

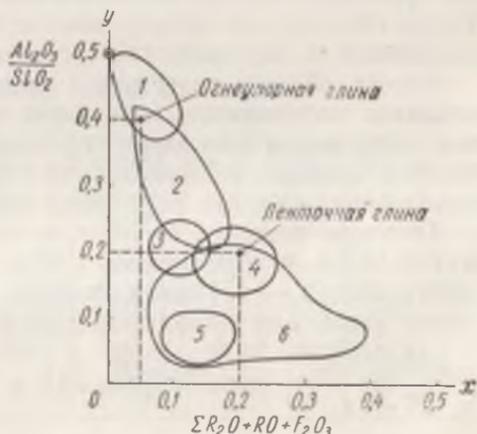


Рис. 87. Поля нахождения шести групп глин в зависимости от их химического состава

массы будет приближаться к 1720° С, а при величине зерен 0,06 мм она снизится до 1640° С. Разница в 80° С имеет большое практическое значение.

При одном и том же химическом составе массы помольный зерновой состав отощающего материала повлияет и на так называемую плотность укладки зерен, а вместе с тем и на пористость готового черепка. Можно математически доказать, что если все зерна отощающего материала будут одной даже очень мелкой шарообразной формы, то и тогда нельзя будет заполнить ими больше половины любого объема.

Для заполнения промежутков необходимо вводить более мелкие фракции, чем средняя величина основного количества зерна. Таким образом, по своему химическому составу массы могут быть одинаковы, а керамические свойства их — разными.

Расчет общего содержания минералов из данных химических анализов компонентов, входящих в необожженную массу. Возьмем светложгущуюся массу, состоящую из 27% глины, 32% кварца, 25% каолина (обогащенного) и 16% калиевого полевого шпата. Анализы для каждого вида сырья помещены в левой колонке табл. 8.

Поясним таблицу. В 100 в. ч. глины (согласно анализу) содержится 55,5 в. ч. кремнезема (SiO₂), а в 27 в. ч. (согласно составу шихты массы) — *x*. Иными словами, для получения правой колонки (глина) умножаем процентное содержание SiO₂ на 27 и делим на 100:

$$\left. \begin{array}{l} 100 - 55,5 \\ 27 - x \end{array} \right\} x = \frac{55,5 \cdot 27}{100} = 15 \text{ в. ч. соответствующего окисла.}$$

Таблица 8

Суммарное содержание окислов в керамической массе

Окисел	Глина		Каолин (обогащенный)		Кварц		Калиевый полевой шпат		Сумма (расчетный анализ смеси)
	%	%×0,27	%	%×0,25	%	%×0,32	%	%×0,16	
SiO ₂	55,5	15,0	46,0	11,5	99,8	31,9	65,5	10,5	68,9
Al ₂ O ₃	30,9	8,3	39,8	10,0	0,2	0,1	18,2	2,9	21,3
Fe ₂ O ₃	1,0	0,3	0,7	0,2	—	—	0,1	0	0,5
CaO	0,6	0,2	—	—	—	—	0,4	0,1	0,3
MgO	0,3	0,1	—	—	—	—	Следы	Следы	0,1
K ₂ O	2,2	0,6	—	—	—	—	15,3	2,4	3,0

Аналогичный расчет следует провести для всех окислов одного вида сырья, а затем и для других видов.

В последней колонке таблицы мы получили суммарные весовые количества окислов (как бы химический анализ, — только расчетный), которые можно использовать для расчета минералов в массе по примеру расчета глины (см. выше).

Расчет содержания сырьевых материалов в необожженной массе из данных ее химического анализа. Химический состав необож-

женной керамической массы (в %): SiO_2 — 57,90; Fe_2O_3 — 0,60; MgO — 0,07; Al_2O_3 — 30,41; CaO — 0,15; K_2O — 3,21; п.п.п. — 7,80; сумма — 100,14%. Предположим, что, как и многие массы, она может быть составлена из калиевого полевого шпата, каолина (чистой глины) и кварца. Делаем допущение, что материалы весьма чисты и соответствуют теоретическим составам.

Для лучшего уяснения практики расчетов, рассуждения проведем другим методом. Выищем молекулярный вес и теоретический состав чистых материалов в весовых частях (см. табл. 9). Данными материалами нужно «удовлетворить» приведенный выше химический анализ керамической массы. Из анализа видно, что Fe_2O_3 , CaO и MgO присутствуют в очень малых количествах, поэтому вводить их специально не будем.

Таблица 9

Теоретический состав чистых материалов

Сырьевые материалы	Молекулярная формула	Молекулярный вес (округленно)	Состав, в. ч.			
			K_2O	Al_2O_3	SiO_2	H_2O
Каолин (близкий к каолиниту) . . .	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	258	—	101,9	120,1	36
Калиевый полевой шпат	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	556,8	94,2	101,9	360,7	—
Кварц	SiO_2	60,1	—	—	60,1	—

Начинаем «удовлетворять» окисел K_2O . Полевым шпатом мы полностью удовлетворим требующиеся количества K_2O и частично Al_2O_3 и SiO_2 , рассуждая следующим образом: 556,8 в. ч. полевого шпата теоретически содержит 94,2 в. ч. K_2O , а нам требуется, согласно анализу, иметь 3,21 в. ч. K_2O . Сколько потребуется взять весовых частей полевого шпата:

$$\left. \begin{array}{l} 556,8 - 94,2 \\ x - 3,21 \end{array} \right\} x = \frac{3,21 \cdot 556,8}{94,2} \approx 19 \text{ в. ч. полевого шпата.}$$

Но с полевым шпатом мы вводим и глинозем (Al_2O_3):

$$\left. \begin{array}{l} 556,8 - 101,9 \\ 19 - y \end{array} \right\} y = \frac{19 \cdot 101,9}{556,8} \approx 3,5 \text{ в. ч. } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (из полевого шпата).}$$

С полевым шпатом мы ввели и кремнезем (SiO_2):

$$\left. \begin{array}{l} 556,8 - 360,7 \\ 19 - z \end{array} \right\} z = \frac{19 \cdot 360,7}{556,8} \approx 12 \text{ в. ч. } \text{SiO}_2 \text{ (из полевого шпата).}$$

Таким образом, мы должны помнить, что с 19 в.ч. полевого шпата, помимо 3,21 в. ч. K_2O , мы ввели еще 3,5 в. ч. Al_2O_3 и 12 в. ч.

SiO₂. Следовательно, теперь надо вводить не 30,41 в. ч. Al₂O₃ (согласно анализу), а только

$$30,41 - 3,5 = 26,9 \text{ в. ч. Al}_2\text{O}_3,$$

которые могут быть введены глинистым веществом — каолином; для этого нужно взять

$$\left. \begin{array}{l} 258 - 101,9 \\ x - 26,9 \end{array} \right\} x = \frac{26,9 \cdot 258}{101,9} \approx 64 \text{ в. ч. каолина.}$$

Но с 64 в. ч. каолина мы снова вводим какое-то количество кремнезема:

$$\left. \begin{array}{l} 258 - 120,1 \\ 64 - y \end{array} \right\} y = \frac{64 \cdot 120,1}{258} \approx 30 \text{ в. ч. SiO}_2 \text{ (из каолина).}$$

Сколько же осталось вводить SiO₂, если полевым шпатом и каолином мы уже ввели 12 + 30 в. ч. SiO₂. Осталось вводить

$$57,9 - 42 = 15,9 \text{ в. ч.}$$

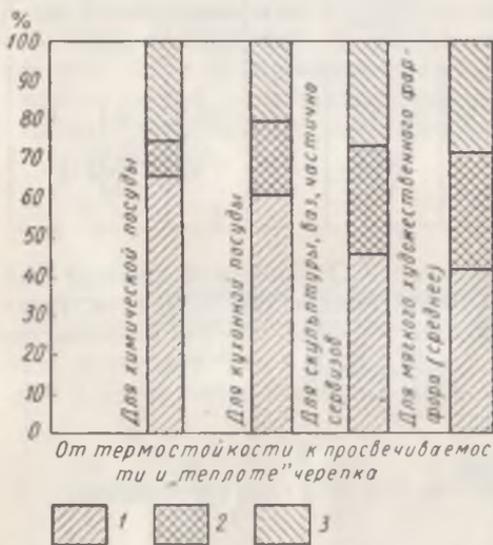


Рис. 88. Рациональный состав некоторых видов фарфора

1 — глинистое вещество; 2 — кварц; 3 — полевой шпат

Это количество мы можем ввести просто кварцем, формула которого соответствует SiO₂.

Сделав допущение о возможности добавления весовых частей окислов железа, кальция и магния к каолину как примесей, получим следующий искомый состав: 19 в. ч. полевого шпата, 65 в. ч. каолина, 15,9 в. ч. кварца.

Умение предварительно оценивать сырье исключает ряд бесполезных опытов и довольно быстро ведет к намеченной цели. Если мы найдем, например, что 55—60% глинистого минерала в массе создают слишком большую пластичность,

то с помощью расчетов можем составить массу с меньшим его количеством, используя для этого две глины. Применяя вместо полевого шпата пегматит, легко расчетным путем определить необходимую добавку кварца как такового.

Из рис. 88 видно, что увеличение содержания глинистых минералов дает черепок, пригодный для эксплуатации в химической про-

мышленности, для кухонной посуды или там, где это связано с резкой сменой температур. В черепок художественных изделий вводят больше полевого шпата (плавней). Он придает большую остеклованность и просвечиваемость черепку. Высокополевошпатовые фарфоры «созревают» при более низкой температуре.

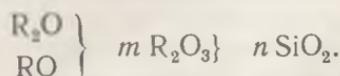


Рис. 89. Две глины почти одинакового химического состава. Химический анализ глины мало говорит об их технических особенностях

Учитывая рациональный и химический составы, можно предсказать не только технические и утилитарные свойства керамики, но даже художественные, как, например, просвечиваемость и «теплоту» черепка. Подчеркнем, однако, что химический анализ без других данных мало характеризует технические особенности глин и глинистых масс (рис. 89).

2. Расчет глазурей

Мы уже говорили о том, что силикаты (глазури, стекла, глины) в керамике условились представлять в единообразном виде:



Глазури состоят из трех основных частей: окислов типа R_2O и RO , оказывающих в основном флюсующее действие, например

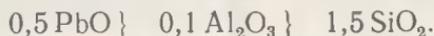
Na_2O , PbO и т. п.; окислов типа R_2O_3 , наиболее часто повышающих огнеупорность, например Al_2O_3 ; окислов типа RO_2 , способствующих стеклообразованию, например SiO_2 (табл. 10).

Таблица 10

Распространенные окислы, используемые в глазурих и эмалях

Основные окислы $\text{R}_2\text{O} + \text{RO}$	Нейтральные окислы (амфотерные) R_2O_3	Кислые окислы RO_2
Li_2O	Al_2O_3	SiO_2
Na_2O	Fe_2O_3	TiO_2
K_2O	Cr_2O_3	SnO_2
CaO	Sb_2O_3	ZrO_2
MgO	(B_2O_3)	B_2O_3
BaO		
ZnO		
FeO		
MnO		
PbO		
CdO		
CuO		

Чтобы легко сравнивать различные глазури, удобно в окончательном виде при окислах типа RO и R_2O иметь коэффициент, равный единице. Если при промежуточных расчетах, как увидим ниже, она не получится, то окончательную формулу нужно изменить следующим образом. Представим, что у нас получилась такая формула:



Конечно, это то же самое, что



так как мы все окислы поделили на 0,5.

Отношение суммы $\text{RO} + \text{R}_2\text{O}$ к R_2O_3 и к RO_2 является важным показателем для суждения о свойствах глазури и ее принадлежности к тому или иному виду. Однако при составлении глазури мы почти не пользуемся чистыми окислами, соответствующими их формуле, а берем для этого соли (карбонаты, сульфаты) и прочие глазурные сырьевые материалы (см. гл. 18).

Например, для такой глазури, как

RO и R_2O	R_2O_3	RO_2
0,40 Na_2O 0,46 PbO 0,14 FeO	} 0,03 Al_2O_3 0,32 B_2O_3	} 2,1 SiO_2

расчет покажет (см. ниже), что нужно взять шихту следующего состава:

Шихта А

Весовые части (г, кг)	Сырьевые материалы	Молекулярная формула
15,72 61,12 22,26 118,58	Натриевый полевой шпат Бура Сода Свинцовые белила	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$ $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2 =$ $= 3\text{PbO} \cdot 2\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
11,20 115,20	Окись железа Кварц	Fe_2O_3 SiO_2

Но можно взять и такую шихту:

Шихта Б

Весовые части (г, кг)	Сырьевые материалы	Молекулярная формула
61,12 25,44 104,89 10,08 7,74 122,40	Бура Сода Свинцовый сурик Закись железа Каолин Кварц	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2$ $\text{Pb}_3\text{O}_4 = 3\text{PbO} \cdot \text{O}$ FeO $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ SiO_2

Как видим, лишь в одном случае количество и качество сырьевого материала остается тем же (61,12 буры). Материалы в основном разные; однако, несмотря на это, они отвечают приведенной выше формуле, без которой эти два рецепта шихты были бы почти несравнимы. В известной мере можно ожидать от этих глазурей близких свойств.

Возникает вопрос, какие же материалы все же взять и не изменятся ли при замене слишком резко свойства глазури. На это простого ответа пока нет. Он приходит с накоплением практических навыков в деле глазурирования.

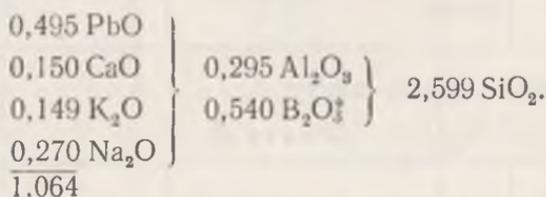
В рассмотренном примере могут измениться, например, температура разлива глазури, текучесть и некоторые другие свойства, так как, исключив полевой шпат из шихты Б, мы отошли от так называемых полевошпатовых глазурей, а потому можем ожидать довольно заметных изменений и эксплуатационных качеств глазури. Однако это еще больше подчеркивает значение подобного рода расчетов, которые расширяют поле деятельности керамиста и позволяют готовить глазури с заданными свойствами.

Пересчет состава шихты глазури на формулу (молекулярно-эквивалентную). Шихтовый состав глазури следующий: свинцовые белила — 128 в. ч.; мел — 15 в. ч.; бура (кристаллическая) —

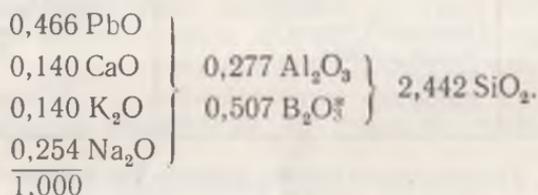
103 в. ч.; калиевый полевой шпат — 83 в. ч.; каолин — 38 в. ч.; кварц (или кремнь) — 85 в. ч.

Молекулярные формулы сырьевых материалов и эквивалентные веса для них по отношению к тому или иному окислу (основному, нейтральному, кислому) можно найти в табл. 6. Выписав молекулярные формулы взятых сырьевых материалов (крайняя левая колонка), мы увидим, какие окислы нам следует рассчитать, чтобы привести их к единой формуле. Тогда напишем их в табличном виде в верхней строке справа (см. табл. 11). Весовые части сырьевых материалов поделим на соответствующие эквивалентные веса.

Выпишем эти окислы (нижняя строка) с полученными суммарными коэффициентами в соответствии с формулой Зегера:



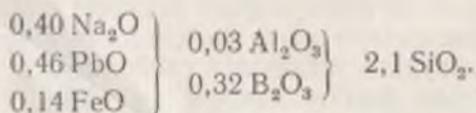
Если каждую цифру в колонках поделить на 1,064, то получим окончательный вид формулы:



Это борно-свинцовая глазурь. Судя по тому, что на одну грамм-молекулу основных окислов (плавней) в ней не больше трех грамм-молекул кислых окислов (SiO_2), можно предвидеть, что она будет достаточно хорошо разливаться при температурах 1000—1050° С.

Борный ангидрид (B_2O_3) можно рассмотреть как кислый окисел, и для снижения плавкости заменить им частично SiO_2 . Однако на качество глазури может повлиять не только химический состав, но и продолжительность времени помолы глазури (фритты), и толщина нанесения ее на черепок, и, естественно, реакция между глазурью и верхним слоем черепка, и др. (см. гл. 19).

Пересчет формулы на шихтовый состав глазури. Это действие, по существу, обратное тому, что было изложено выше. Представим себе, что глазурь имеет следующий состав:



* B_2O_3 можно поставить и в колонку SiO_2 как слабый кислый окисел.

Рассмотрение данной формулы подсказывает, что можно взять натриевый полевой шпат, которым полностью «удовлетворить» Al_2O_3 и частично — Na_2O и SiO_2 . Затем следует взять буру, в которой, кроме B_2O_3 , имеется Na_2O . Этим можно компенсировать недостачу Na_2O после введения полевого шпата. Если и после этого мы не полностью «удовлетворим» необходимое количество Na_2O , то возьмем еще соду ($Na_2O \cdot CO_2$), которая, кроме летучих соединений, содержит только Na_2O . Для «удовлетворения» PbO можно взять свинцовые белила или сурик, а окисью железа «удовлетворить» FeO .

Взяв 0,03 экв. (по R_2O_3) натриевого полевого шпата, мы тем самым берем 0,18 экв. SiO_2 , так как формула полевого шпата $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$. Вводя 0,46 экв. PbO , мы должны взять 0,153 экв. свинцовых белил, так как формула белил $3PbO \cdot 2CO_2 \cdot H_2O$. «Удовлетворяя» 0,32 экв. B_2O_3 , мы берем 0,16 экв. буры, так как формула ее $Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$.

Получив необходимые числа эквивалентов соединений (сырья), легко найти весовые части шихты (г, кг). Для этого умножаем числа эквивалентов на молекулярный (формульный) вес сырьевых материалов (см. первое продолжение табл. 12). Это шихта А, о которой говорилось выше.

Попробуйте теперь рассчитать ту же формулу глазури на шихтный состав,

Таблица 11

Пересчет состава шихты глазури на формулу

Название сырьевых материалов и формулы для расчетов	Весовые части шпаты	Эквивалентные веса во соответствующему окислу	Число эквивалентов окислов									
			PbO	CaO	Na ₂ O	B ₂ O ₃	K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂			
Свинцовые белила $3PbO \cdot 2CO_2 \cdot H_2O$	128	258,5	0,495	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мел $CaO \cdot CO_2$	15	100	—	0,150	—	—	—	—	—	—	—	—
Бура $Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$	103	381,4	—	—	0,270	—	—	—	—	—	—	—
		190,7				0,540		0,149				
		556,8							0,149			
		556,8								0,146		
Калиевый полевой шпат $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	83	92,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,260
Каолин $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	38	258,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,294
Кварц (кремнь) SiO_2	85	129,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,415
Сумма	452	—	0,495	0,15	0,270	0,540	0,149	—	0,295	—	—	2,599

применяя в качестве сырья: буру, соду, свинцовый сурик, закись железа (FeO), каолин, который всегда очень нужен, и кварц. Вы должны найти состав, указанный выше, как шихту Б.

Таблица 12

Пересчет формулы глазури на шихтовый состав

Материалы (чистые) в эквивалентах	Необходимые числа эквивалентов					
	Na ₂ O	PbO	FeO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SiO ₂
	0,40	0,46	0,14	0,03	0,32	2,1
Натриевый полевой шпат Na ₂ O · Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ 0,03	0,03	—	—	0,03	—	0,18
Разность	0,37	0,46	0,14	0	0,32	1,92
Бура Na ₂ O · 2B ₂ O ₃ · 10H ₂ O 0,16	0,16	—	—	—	0,32	—
Разность	0,21	0,46	0,14	0	0	1,92
Сода Na ₂ · CO ₂ 0,21	0,21	—	—	—	—	—
Разность	0	0,46	0,14	0	0	1,92
Свинцовые белила 3PbO · 2CO ₂ · H ₂ O 0,153	—	0,46	—	—	—	—
Разность	0	0	0,14	0	0	1,92
Окись железа Fe ₂ O ₃ = 2FeO · O 0,07	—	—	0,14	—	—	—
Разность	0	0	0	0	0	1,92
Кварц SiO ₂ 1,92	—	—	—	—	—	1,92
Разность	0	0	0	0	0	0

Первое продолжение табл. 12

Сырьевые материалы	Эквиваленты	Молекулярный (формульный) вес	Веса шихты, в. ч.
Натриевый полевой шпат	0,03 ×	524 =	15,72
Бура	0,16 ×	382 =	61,12
Сода	0,21 ×	106 =	22,26
Свинцовые белила	0,153 ×	775 =	118,58
Окись железа	0,07 ×	160 =	11,20
Кварц	1,92 ×	60 =	115,20

Для замены входящего в глазурь карельского полевого шпата учеными * бралась смесь, состоящая из кварцевого песка, каолина, мела, магнезита, поташа, соды. В результате точных наблюдений установлено, что замена естественного полевого шпата смесью ма-

* Августиник А. И., Пыжова А. П. Изменение структуры и свойств глазури при замене полевого шпата смесью материалов идентичного состава. «Стекло и керамика», 1964, № 11.

териалов и химикатов при их сплавлении вполне возможна в промышленном масштабе. Глазурь дает лучший блеск и хорошо разливается. Температура «созревания» глазури понижается. Но существенно отличается ее поведение при нагреве.

3. Расчеты объемов и поверхностей тел

В керамической практике довольно часто возникает необходимость подсчитать объем или поверхность изготовляемого изделия. Например, изготовляя бытовое изделие (чашку, кофейник, вазу и т. п.), нужно знать не только их емкость, но и поверхность, хотя бы для того, чтобы определить расход глазури или красок.

В сложных случаях расчета поверхностей и объемов следует расчленять формы на более простые или обращаться к соответствующим математическим руководствам.

Формулы объемов поверхностей тел (рис. 90). В приводимых ниже формулах приняты следующие обозначения: V — объем; S — площадь основания; $S_{\text{бок}}$ — боковая поверхность; P — полная поверхность; h — высота; a, b, c — измерения прямоугольного параллелепипеда; A — апофема правильной пирамиды и правильной усеченной пирамиды; l — образующая конуса; p — периметр или окружность основания; r — радиус основания; d — диаметр основания; R — радиус шара; D — диаметр шара; $\pi = 3,142$.

Прямая призма:

$$V = Sh; \quad S_{\text{бок}} = ph.$$

Параллелепипед прямоугольный:

$$V = abc; \quad P = 2(ab + bc + ac).$$

Куб:

$$V = a^3; \quad P = 6a^2.$$

Пирамида (правильная и неправильная):

$$V = \frac{1}{3} Sh.$$

Пирамида правильная:

$$S_{\text{бок}} = \frac{1}{2} pA.$$

Усеченная пирамида (правильная и неправильная):

$$V = \frac{1}{3} (S_1 + \sqrt{S_1 S_2} + S_2) h.$$

Усеченная пирамида правильная:

$$S_{\text{бок}} = \frac{1}{2} (p_1 + p_2) A.$$

Цилиндр круговой (прямой и наклонный):

$$V = Sh = \pi r^2 h = \frac{1}{4} \pi d^2 h.$$

Цилиндр полый:

$$V = (r^2 - r_1^2) \pi h = \left(\frac{d^2 \pi}{4} - \frac{d_1^2 \pi}{4} \right) h$$

(r и r_1 — больший и меньший радиусы; d и d_1 — больший и меньший диаметры).

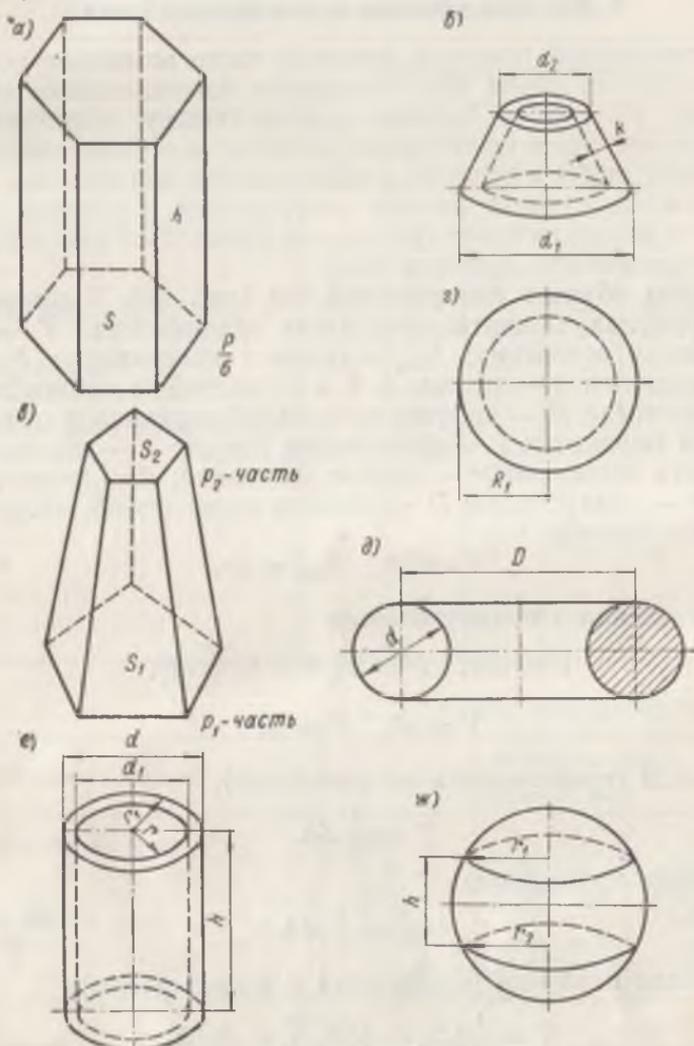


Рис. 90. Объемы и поверхности некоторых тел

a — правильная шестиугольная призма; b — полый усеченный конус; c — усеченная пирамида; $г$ — полый шар; $д$ — цилиндрическое кольцо; e — полый цилиндр; $ж$ — шаровой слой

Конус круговой (круглый и наклонный):

$$V = \frac{1}{3} Sh = \frac{1}{3} \pi r^2 h = \frac{1}{12} \pi d^2 h.$$

Конус круглый:

$$S_{\text{бок}} = \frac{1}{2} pl = \pi rl = \frac{1}{2} \pi dl.$$

Усеченный конус круговой (круглый и наклонный):

$$V = \frac{1}{3} \pi h (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2).$$

Усеченный конус круглый:

$$S_{\text{бок}} = \pi (r_1 + r_2) l.$$

Усеченный конус полый:

$$V = \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2 - 2K) Kh.$$

(K — толщина стенки; d_1, d_2 — наружные диаметры оснований).
Шар:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3; \quad P = 4\pi R^2 = \pi D^2.$$

Шаровой слой:

$$V = \frac{1}{6} \pi h^3 + \frac{1}{2} \pi (r_1^2 + r_2^2) h; \quad S_{\text{бок}} = 2\pi Rh.$$

Полый шар:

$$V = \frac{4}{3} \pi (R_1^3 - R_2^3) = \frac{\pi}{6} (D_1^3 - D_2^3);$$

$$P = 4\pi (R_1^2 + R_2^2) = \pi (D_1^2 + D_2^2)$$

(R_1 и R_2 — радиусы внешней и внутренней шаровых поверхностей).
Цилиндрическое кольцо:

$$V = \frac{d^2 \pi}{4} D \pi; \quad P = d \pi D \pi$$

(D — средний диаметр; d — диаметр сечения кольца).

Примеры использования формул. Рассмотрим два примера использования формул, приведенных выше.

Пример 1. Из рис. 91 видно, что форма данной большой чашки с известным приближением составляется из одного объема цилиндра и одного объема усеченного конуса. Определить емкость этой чашки, если радиус цилиндра $r \approx 5$ см, высота цилиндра $h \approx 3$ см, высота усеченного конуса $h_1 = 3$ см и радиус нижнего основания конуса $r_1 = 3$ см (радиус верхнего основания конуса тот же, что и радиус цилиндра). Толщиной стенок пренебрегаем.

Решаем так:

$$V_1 = \pi r^2 h = 3,14 \cdot 25 \cdot 3 = 235,5 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi h_1 (r^2 + r r_1 + r_1^2) = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot 3}{3} (25 + 15 + 9) = 3,14 \cdot 49 = 153,9 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 = 235,5 + 153,9 = 389,4 \text{ см}^3.$$

Пример 2. Капсельное кольцо имеет следующие измерения: наружный диаметр — 30 см; внутренний диаметр — 25 см; высота — 10 см. Чему равен объем V и сколько будет весить капсельное кольцо при условии, что объемный вес его $1,9 \text{ г/см}^3$.

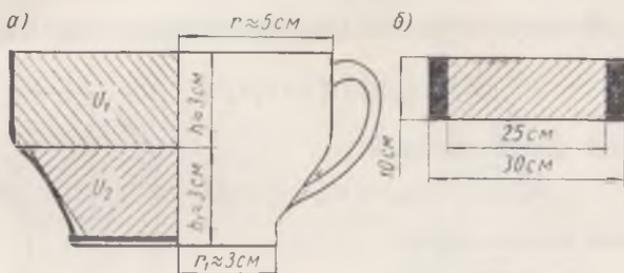


Рис. 91. Объемы чашки и капсельного кольца
а — пример 1; б — пример 2

Решаем так:

а) в формулу для полого цилиндра

$$V = \left(\frac{D^2 \pi}{4} - \frac{d^2 \pi}{4} \right) h$$

подставляем соответствующие значения

$$V = \left(\frac{30^2 \cdot 3,14}{4} - \frac{25^2 \cdot 3,14}{4} \right) \cdot 10 = (706,5 - 490,6) \cdot 10 = 2159 \text{ см}^3;$$

б) рассчитываем вес капселя:

$$G = 1,9 \cdot 2159 = 4102,1 \text{ г} \approx 4,1 \text{ кг.}$$

4. Расчет сокращения (усушки и усадки) графическим методом

Чтобы изготовить изделие заданного размера, необходимо знать его общую усадку. Проект модели должен быть сделан в соответствии с усадкой. Отметим, что не все части керамического тела (например, ножка, тулово и шейка вазы) дают пропорционально одинаковую усадку, но для многих форм среднее значение удовлетворительно.

Если отформованное тем или иным способом изделие имело первоначальную высоту 36,5 см (величина модели), а после обжига 31,7 см (величина черепка), то общая усадка будет равняться 4,8 см, а выраженная в процентах:

$$\frac{(36,5 - 31,7) \cdot 100}{36,5} = \frac{480}{36,5} = 13,1\%.$$

Если для данной усадки массы изготовить специальный график (рис. 92), то по нему можно быстро устанавливать все другие размеры как готовых изделий, так и первоначальных (модельных), что полезно при проектировании.

Рассуждаем так: при модельном размере 100 мм и общей усадке, например, 13,1% размер черепка будет: $100 - 13,1 \text{ мм} = 86,9 \text{ мм}$. Остальное понятно из рисунка.

Для иной усадки (иной массы) надо, естественно, составить другой график.

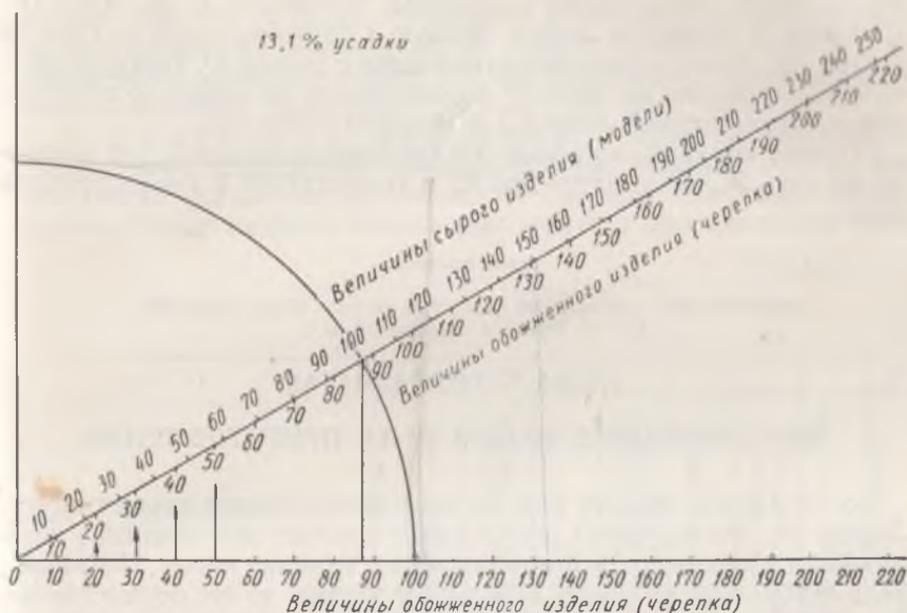


Рис. 92. График определения величин сырого и обожженного изделий

Пр и м е р. Требуется рассчитать по графику (см. рис. 92), как изменится размер изделия после обжига при общей усадке 13,1%, если модельная величина его была 150 мм. Ответ — 130,5 мм.

Нахождение формы вазы с учетом усадки графическим методом.

Для удобства работы желательно начертить вазу в натуральную величину. Если мы задаемся целью получить вазу, вписывающуюся в прямоугольник (на рис. 93 — в половину прямоугольника) $ABCD$, то ее рабочий проект должен вписываться в прямоугольник $AB'C'D'$, а конфигурация изменена соответственно пунктирной линии на рис. 93, б. Она находится следующим образом.

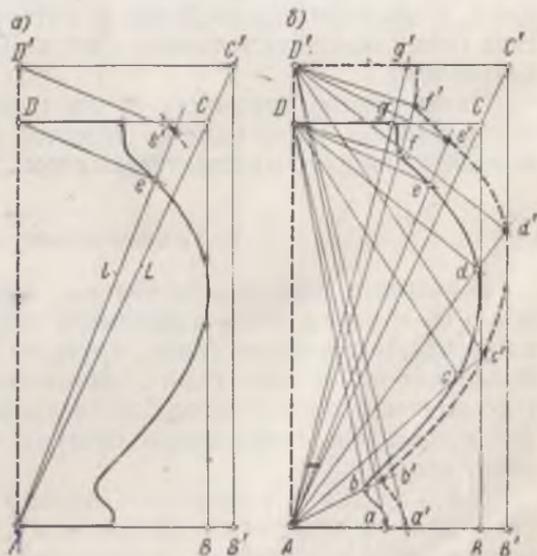


Рис. 93. Учет усадки графическим путем

Предположим, что вазу нужно увеличить на 12% (см. рис. 93, а). Прямоугольник $ABCD$, описанный, как показано на рисунке, вокруг вазы, увеличиваем с помощью диагонали L до $AB'C'D'$. Из точки A проводим любую прямую l до пересечения со стенкой сосуда (e). Точку пересечения соединяем с точкой D . Получив прямую eD , проводим из точки D' параллельную ей линию до пересечения с продолженной линией l и находим точку (e').

Нужно получить несколько соответствующих точек, как показано на рис. 93, б, и соединить их в соответствии с конфигурацией вазы.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАССЫ И ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЕ

Составы керамических масс во многом отличаются друг от друга. Знание свойств сырьевых материалов позволяет при известной методичности в работе достигать намечаемого качества массы. Например, если необходимо получить небольшую усадку, то это осуществляют в основном путем уменьшения пластичности массы. Пониженная температура обжига в большинстве случаев не дает каменного черепка. Если нет возможности производить обжиг при высокой температуре, то прибегают к добавлению флюсов. Однако беспредельное их добавление невозможно, так как получается уже не керамика, а слишком стеклообразные материалы. Зная составы и свойства глин, можно использовать их комбинацию, что дает хорошие результаты.

Начинающему керамисту лучше применять более или менее известные массы, но ни один из рецептов не следует использовать без корректировки его в соответствии с конкретными условиями работы.

1. Керамические массы

Гончарные изделия, майолика, терракота. Под гончарными изделиями понимают изделия с пористым черепком, изготовленные на гончарном круге из природно окрашенных легкоплавких пластичных глин с цветом черепка после обжига от желтого до темно-коричневого. Для таких изделий применяют в основном прозрачные легкоплавкие глазури; черепок без глазури пропускает воду.

Майоликой называют керамику, изготовленную разными способами из естественно окрашенных глин, но обычно покрытую непрозрачной окрашенной глазурью или эмалью. В изломе текстура черепка майолики более тонкая, чем гончарного изделия.

Т е р р а к о т а (в переводе с итальянского terracotta «жженная земля») в классическом понимании — это, как правило, неглазурованные изделия из глин, создающих однотонную ровную окраску черепка со средней пористостью 10—12% и больше. В терракотовые массы часто добавляют шамот. Из них изготовляют архитектурные, садово-парковые украшения, скульптуры (см. табл. 13).

1. Ш и х т ы для майолики. Массы, составленные из таких шихт, обжигаются при температуре порядка 950° С, причем общая усадка их составляет 6—7% при небольшой огневой усадке. После мокрого помола (см. ниже) и процеживания массы

Таблица 13

Материальный состав масс для гончарных, терракотовых и майоликовых изделий (в %)

Наименование материала	1 Шихты для майолики (интерьерной)	2 Терракотовая для от- минки и литья (ЛВ ХПУ)	3 Гончарная масса (ЛВ ХПУ)	4 Терракотовая многоша- мотная (формовочная и литейная, ЛВ ХПУ)	5 Майоликовая украин- ская	6 Гончарная скульптур- ная (американская)	7 Майоликовая для литья (ЛВ ХПУ)	8 Майоликовая ГИКИ (типовая)
Глина гончарная	35—50	—	—	—	—	—	—	—
Мергель (большое содержа- ние извести)	40—30	—	—	—	—	—	—	—
Шамот той же глины	25—20	—	—	—	—	—	—	—
Песок кварцевый	—	—	—	—	—	25	30	10
Шпат полевой	—	—	—	—	—	32	—	—
Сиенит нефелиновый	—	—	—	—	—	4	—	—
Каолин	—	—	—	—	—	21	—	—
Глина пластичная	—	—	—	—	—	18	—	—
Глина кембрийская (Пул- ково)	—	50	85	—	—	—	—	—
Тонкий шамот из той же глины или капсульный бой	—	25	—	60	—	—	—	—
Мел	—	25	—	—	—	—	—	25
Мелкий и средний речной песок	—	—	15	—	—	—	—	—
Глина часовьярская	—	—	—	40	—	—	—	—
Глина шахровская серая (III горизонт)	—	—	—	—	36	—	—	—
Глина спондиловая (г. Киев)	—	—	—	—	18	—	—	—
Глина рыжая (ржавая) (г. Киев)	—	—	—	—	36	—	—	—
Шамот (бой изделий)	—	—	—	—	10	—	—	—
Глина никифоровская	—	—	—	—	—	—	70	—
Глина гидрослюдистая (типа сланцевой)	—	—	—	—	—	—	—	60
Утельный бой	—	—	—	—	—	—	—	5

обезвоживают. В последнее время несколько майоликовых масс разработано ГИКИ.

2. Терракотовая масса для отминки и литья. Приготавливается способом мокрого помола, процеживается и при необходимости обезвоживается. Может быть использована как для отминки терракотовых скульптур, архитектурных деталей, так и для литья ваз. При обжиге до $900\text{--}950^\circ\text{C}$ дает общую усадку $5\text{--}6\%$ (в интервале температур $900\text{--}950^\circ\text{C}$ наступает небольшое расширение). Сокращение размеров при сушке — около 4% . Пористость при 900°C составляет 21% и с повышением температуры немного увеличивается. Формовочная влажность равна $21\text{--}22\%$; литейный шликер содержит $41,5\%$ воды ($0,2\%$ соды и $0,3\%$ жидкого стекла). Разработанным автором способом удавалось отливать вазы высотой до 1 м . Кембрийская глина для литья изделий была впервые использована нами в 1947 г .

3. Гончарная масса. Подобная масса с несколькими вариантами содержания песка может использоваться для работы на гончарном станке. Рабочая влажность данной массы — $23\text{--}24\%$. Сокращение размеров при сушке — $6,5\%$. При обжиге до 900°C пористость (водопоглощение) — около 16% , а при 950°C снижается до 14% . При этом общая усадка доходит до 9% .

4. Терракотовая многошамотная масса. Пригодна для пластического формования декоративных панно, больших настенных блюд, крупных садовых ваз и др. Зерновой состав массы по остатку на сите * 64 отв/см^2 — $0,7\%$; 256 отв/см^2 — $13,3\%$; 1600 отв/см^2 — $57,1\%$; $10\,000\text{ отв/см}^2$ — $28,9\%$. Рабочая влажность — 22% . При обжиге до $900\text{--}950^\circ\text{C}$ дает общую усадку примерно 6% . При этом пористость равна 18% . Однако масса весьма термостойка и допускает резкое охлаждение, что бывает необходимо для изделий с глазурями «восстановительного огня». Эта масса удовлетворительно ведет себя и в шликерном состоянии при 40% воды и $0,2\%$ соды, но при более тонком помоле и увеличении содержания глины за счет шамота.

Заметим, что применяющийся для терракотовых масс шамот не должен быть одного зернового состава. Одним из примеров может послужить такой состав: 40% — фракции от $1,5$ до $0,5\text{ мм}$ и 60% — фракции от $0,5$ до $0,3\text{ мм}$ к общему весу шамота.

5. Майоликовые украинские массы. В качестве примера в табл. 13 приведена одна из майоликовых масс для мелких и средних изделий. Другие массы, кроме указанных глин, содержат еще и часовъярскую глину, что позволяет расширить диапазон температур между спеканием и деформацией. Такие массы применяются уже для плоских и больших изделий. Температура обжига — около 1000°C .

6. Гончарная скульптурная масса. После мокрого помола пропускается через сито 900 отв/см^2 . При обжиге

* Здесь и дальше — в германской стандартной системе (см. гл. 21).

до 1005—1015° С дает общую усадку 3%. Пористость черепка — 20%.

7. Майоликовая масса для литья. В результате обжига изделий дает красивый вишневого цвета черепок. После 14-часового мокрого помола первой завески с песком и 2-часового помола второй завески с глиной остаток на сите 3600 *отв/см²* — 0,12%. Водосодержание шликера 44%; с электролитом — сода. Пористость черепка — 13% при обжиге до 980° С. Усадка — 5,6%. Глазурованный черепок не дает цека с целым рядом глазурей.

8. Типовая майоликовая масса ГИКИИ. Приготавливается, как обычные, содержащие мел или известняк, майоликовые массы. Она подходит для довольно широкого ассортимента изделий.

Массы для каменных изделий. Каменный товар изготавливается в основном из масс, в которые входят тугоплавкие и огнеупорные глины, обладающие большим интервалом между температурой спекания и началом деформации, т. е. после начала спекания они с повышением температуры (иногда на 300—400° С) продолжают уплотняться, не деформируясь. Это так называемые каменнodelьные глины.

Температура обжига каменных изделий выше, чем майоликовых. В качестве плавня могут использоваться не только полевые шпаты и пегматиты, но и придающий окраску нефелиновый сиенит, что снижает температуру обжига. Составы таких масс приведены в табл. 14.

1. Светлая масса для декоративных изделий. Для приготовления этой массы применяются отмученные глины; отошающие материалы — тонко размолотые. Формование осуществляют как из пластичной массы на формовочных станках, так и отливкой в гипсовых формах. Глазури обычно применяют полевошпатовые, но весьма часто изделия не глазурируют. Тонкостенные глазурированные изделия обжигают сначала до 900° С и окончательно после глазурирования при температуре 1160° С и выше в зависимости от глазури.

2. Масса для изделий типа веджвудских. Изделия из такой массы или совсем не глазурируются, или только — изнутри. Основная белая масса частично или полностью покрывается окрашенным слоем, состоящим из той же массы, но с добавкой красителей. Для этих изделий характерен белый рельефный рисунок на голубоватом основном фоне, но бывают и другие тона. Обжиг производят при температуре 1280—1300° С.

3. «Яшмовая» каменная масса. Изделия этого типа изготавливались английским керамистом Веджвудом. Масса содержит большое количество витерита (карбоната бария). Она очень тонко измельчается, дает около 8% усадки и примерно 2% пористости. Температура обжига — около 1260° С.

4. Масса для термостойких белых изделий. Может идти для изготовления термостойкой белой посуды.

Она близка к полуфарфору, но содержит тальк, повышающий термостойкость. «Созревание» черепка происходит приблизительно при 1250° С. Политой обжиг осуществляют при меньшей температуре. Талька иногда вводят значительно больше.

Таблица 14

Материальный состав масс для каменных декоративных и термостойких изделий (в %)

Наименование материала	1	2	3	4	5	6	7
	Счетная масса для декоративных изделий	Для изделий типа веджвудских	«Яшмовая» каменная масса	Для термостойких белых изделий	Для жаростойкой посуды	«Базальтовая» масса	Жаростойкий шамотный каменный товар
Пластичные глины разных сортов (каменнodelьные)	33	—	—	24	—	—	—
Песок кварцевый (кварц)	25	10,9	7	38	—	1	—
Полевой шпат	25	—	—	10	10	2	—
Каолин обогащенный	17	10,9	—	25	20	—	—
Тяжелый шпат (BaSO ₄)	—	46,7	—	—	—	—	—
Глина белая пластичная	—	14,0	—	—	—	—	—
Пегматит	—	15,6	—	—	—	—	—
Гипс	—	1,9	—	—	—	—	—
Мел или доломит	—	—	—	2	—	—	—
Тальк	—	—	—	1	—	—	—
Глина губинская (с 34% песка)	—	—	—	—	55	—	—
Песок люберецкий	—	—	—	—	15	—	—
Глина ганноверская	—	—	—	—	—	44	—
Охра	—	—	—	—	—	44	—
Двуокись марганца	—	—	—	—	—	9	—
Глина артемовская	—	—	—	—	—	—	30
Каолин положский	—	—	—	—	—	—	15
Шамот	—	—	—	—	—	—	35
Песок днепровский	—	—	—	—	—	—	20
Глина кирпичная	—	—	30	—	—	—	—
Карбонат бария (BaCO ₃)	—	—	63	—	—	—	—

5. Масса для жаростойкой посуды. Дает серовато-желтый черепок, внутренняя сторона которого покрывается бесцветной фарфоровой глазурью, а наружная — коричневой. Общая усадка достигает 14%. Первый обжиг производят при 900° С, а второй (глазурный) — приблизительно при 1320° С. Черепок обладает небольшой пористостью.

6. «Базальтовая» масса. «Базальтовый» товар имеет глубокую черную окраску, так как содержит двуокись марганца и большое количество железа. Он требует обжига в специальной восстановительной среде, который начинающему керамисту осуществ-

вить довольно трудно. Однако эта масса (по Портоу) представляет большой интерес для художника.

7. Жаростойкий шамотный каменный товар. Черепок из такой массы глазуруется полевошпатовой глазурью, содержащей магнезит и мел. Для коричневой глазури используют легкоплавкую кирпичную глину (см. гл. 19); шамот не следует измельчать очень тонко. Такая масса может использоваться и для изготовления больших скульптурных изделий.

Фаянсовые и фарфоровые массы. Массы современных фаянса и фарфора отличаются очень тонким помолом исходных компонентов, сравнительно высокой температурой обжига, а обожженный черепок — тонким строением. Изделия из таких масс часто называют тонкой керамикой, что, естественно, не имеет ничего общего с толщиной стенок изделия.

Заметим, что художники иногда определяют словом «керамика» лишь те изделия, которые имеют окрашенный глинистый черепок, а, например, фарфор выделяют из общего понятия «керамика», не причисляя его к ней. Это неправильно. Лучше назвать «грубая» и «тонкая керамика», хотя и здесь имеется свое подразделение.

В настоящее время фаянс и фарфор делят на мягкий и твердый (см. табл. 15).

1. Известково-шамотный фаянс (для литья). Эта масса может идти для изготовления декоративных изделий с довольно белым черепком, получаемых литьем. Масса проходит через сито 3600 *отв/см²*. В качестве электролита добавляется 0,2% соды. При обжиге до 900—950° С дает усадку около 7%. Водопоглощение — 19—20%. Добавка извести способствует использованию глазурей разнообразного состава, что важно при учебных работах. Обжиг массы при более высоких температурах (до 1150—1200° С) дает плотный черепок без деформации.

2. Глинистые фаянсы (старинные). По характеру черепка они близки к гончарным изделиям, но цвет черепка чаще всего светло-желтоватый. По сравнению с гончарными изделиями они тонкозернисты в изломе, но имеют низкую термическую стойкость, которая повышается, если кварц предварительно обожжен. Для изделий из такого фаянса применяются как прозрачные, так и глухие глазури. Обжиг производится при 920—960° С. Эти фаянсы относятся к группе мягких фаянсов.

3. Твердый фаянс. В приведенном примере (средний состав) как бы отсутствует полевой шпат. Однако известное его количество находится в применяемой, типа часовъярской, глине. В ряде других так называемых полевошпатовых фаянсов он присутствует в количестве от 5 до 15%. Пористость фаянса достигает примерно 12% (водопоглощение). Это требует для бытового фаянса хорошо пригнанных к черепку глазурей. Для него характерен двукратный обжиг, причем первый (до глазурования) производят при более высокой температуре — 1250—1280° С, а второй, политой, — при 1100—1180° С. Объясняется это тем, что используемые

для фаянса глазури сравнительно легкоплавки, что, в свою очередь, способствует применению весьма широкой палитры подглазурных красок. Измельчение масс контролируется ситом 4900 *отв/см²*, на котором допускается не проходящий через сито остаток 3—4% и меньше. Фаянсовые массы достаточно пластичны.

Известны составы ряда фаянсов, например голландский фаянс (Дельфт, XVI—XVII вв.), более поздний английский фаянс и др.

Таблица 15

Материальный состав масс для фаянсовых и фарфоровых изделий (в %)

Наименование материала	1	2	3	4	5	6	7
	Известково-шамотный фаянс для литья (ЛВХПУ)	Глинистые фаянсы (старинные)	Средний состав твердого фаянса (полево-шпатового)	Твердый фарфор (сервизный) завода имени М. В. Ломоносова	Мягкий фарфор для скульптурных изделий	Английский мягкий костяной фарфор	Французский мягкий фриттовый фарфор
Глина часовъярская или веселовская	27	—	32,3	—	16,5	—	—
Каолин просьяновский	14	—	30,7	20	—	20—45	—
Каолин глуховецкий	—	—	—	18	22	—	—
Песок кварцевый (кварц)	30	—	29,0	26	—	9,20	—
Капсельный бой (шамот)	24	—	—	—	—	—	—
Мел	5	—	—	—	—	—	17
Мергель известковый	—	—	—	—	—	—	8
Глина светложущаяся тугоплавкая и огнеупорная	—	75—85	—	—	—	—	—
Кремень или кварц	—	15—25	—	—	—	—	—
Фаянсовый бой	—	—	8,0	—	—	—	—
Шпат полевой	—	—	—	18	36	8—22*	—
Глина веселовская	—	—	—	11	—	—	—
Фарфоровый бой (политой)	—	—	—	4	—	—	—
Фарфоровый бой (утельный)	—	—	—	3	—	—	—
Песок люберецкий	—	—	—	—	22,5	—	—
Костяная мука (прокаленные кости рогатых животных)	—	—	—	—	—	60—20	—
Фритта (в %: плавленая селитра—22, поваренная соль—7, аммиачные квасцы—4, сода—3,5, кварцевый песок—60)	—	—	—	—	—	—	75

* Корнваллийский камень (Cornich stone), содержащий полевошпата и др.

4. Сервизный фарфор. Наибольшая прелесть фарфора заключается в его просвечиваемости. Она достигается введением в массу значительного количества плавня: полевого шпата, пегматита и др. В массу для уникальных художественных изделий из так

называемого твердого фарфора (европейского) вводят до 28% полевого шпата.

После обжига фарфора при 1380—1400° С в шлифе, сделанном из него, под микроскопом обнаруживают значительное количество полевошпатового стекла. В неглазуrowанном виде он не пропускает воду. Вторым его преимуществом является белизна готового черепка («белья»), что создает хорошее поле для «живописи».

Фарфоровые массы в основном менее пластичны, чем фаянсовые. Твердый фарфор покрывают глазуриями, близкими по своему составу к самой массе фарфора (см. гл. 19), а поэтому, в противоположность фаянсам, на фарфоре весьма редко возникает цек. Он подвергается двукратному обжигу: на утель — примерно при 900° С, а затем с глазурью — при 1380—1400° С. Помол массы более тонкий, чем у фаянса, и контролируется ситом 10 000 *отв/см²*, на котором может оставаться не больше 1—2% остатка.

5. Мягкий фарфор для скульптурных изделий. Этот фарфор содержит большое количество полевого шпата, а потому температура обжига его значительно ниже, чем твердого фарфора, т. е. 1250—1280° С.

В мягкий просвечивающий фарфор или специальный технический, например радиофарфор, полевого шпата вводят от 30 до 36%, в силу чего его и называют «мягким». Буквального значения это название не имеет; при остывании он вполне тверд.*

6. Английский мягкий костяной фарфор. Подобный фарфор обжигается по фаянсовой схеме: первый обжиг (утельный) идет при 1230° С, а некоторые виды мягкого фарфора — при более высокой температуре; второй обжиг, в силу применения легкоплавких борносвинцовых глазурей, идет при 1080—1140° С. Костяной фарфор содержит много фосфорнокислого кальция (костяной муки), обладает большой просвечиваемостью и исключительно декоративен.

Сходный с ним, но весьма богатый полевым шпатов, фарфор, обожженный до спекания («на бисквит»), в неглазуrowанном виде называется п а р и а н о м. Формование изделий из подобных масс производится в основном путем отливки в гипсовых формах. Масса довольно легко деформируется при обжиге. Частично самоглазуруется, такой фарфор приобретает слегка блестящую поверхность, не «разбивающую» композицию формы.

7. Французский мягкий фриттовый фарфор. Родиной этого сильно просвечивающего фарфора, называемого иногда «искусственным», является Севрская мануфактура во Франции. В нем очень мало пластичных материалов; кроме кварца, почти нет знакомых нам фарфоровых компонентов. Он обжигается по фаянсовой схеме: сначала при высокой температуре 1120—1300° С,

* Миклашевский А. И., Успенская Р. И. Фарфоровые непрозрачные сопротивления с углеродистым слоем. Журнал прикладной химии, т. XXIV, № 3, 1951 г.

а затем, в зависимости от плавкости глазурей, очень часто свинцовых, — при более низкой. Формование производится главным образом методом литья. При пластическом формовании необходимо вводить в массу клеящие добавки.

О новых видах фарфора. Благодаря исследованиям, проводящимся в Государственном исследовательском керамическом институте в Ленинграде (ГИКИ), а также на Ленинградском фарфоровом заводе имени М. В. Ломоносова и Минском заводе, отечественной промышленностью осваивается производство фарфора с применением нового вида сырья, дающего новые декоративные (просвечиваемость и белизна) и технические качества. Например, фарфоровый завод имени М. В. Ломоносова осваивает костяной фарфор (мягкий) на основе следующего состава: 50% золы костяной муки, обожженной при 1350°C , 20% полевого шпата, 10% глины и 20% каолина.

В отличие от классического английского костяного фарфора, уфельный обжиг первоначально вели при низкой температуре 850°C , а второй обжиг (политой) — при 1250°C , т. е. по обычной схеме для твердого фарфора. Сейчас переходят на фаянсовую схему производства.

Другим примером является фарфор на основе дацитовых порфиров или так называемого гусевского камня. Термин «камень» возник по ассоциации с известным каменистым сырьем Китая, идущим без значительных добавок других видов сырья для производства фарфора. С минералогической точки зрения это каолинизированный вторичный кварцит, в котором присутствует натриевый полевой шпат и гидрослюда, что делает возможным его применение в качестве основного компонента фарфоровой массы ($\sim 60\%$). Добавление полевого шпата, каолина и глины позволяет получить фарфор, соответствующий высокосортным образцам твердого фарфора, но с лучшей просвечиваемостью и белизной. Дациит пригоден также как основная составляющая часть глазурей. Политой обжиг идет при температуре $1350\text{—}1380^{\circ}\text{C}$.

В г. Артеме (Приморский край) работает завод на сырье Гусевского месторождения.

2. Приготовление керамических масс

Весы и взвешивание. Несмотря на то, что при изучении физико-химии силикатов, а следовательно, и керамики требуется высокая точность измерений, — для практического составления керамических масс и глазурей слишком большой точности не требуется.

Составы (рецепты) для практического их использования выражают обычно в весовых процентах (%) или весовых частях (в. ч.).

Единица веса — г р а м м (г) в метрической системе мер практически равняется весу одного кубического сантиметра (см^3) чистой воды. 1 см^3 воды, представляющий собой тысячную долю одного литра (л), т. е. м и л л и л и т р, обозначают сокращенно *мл*.

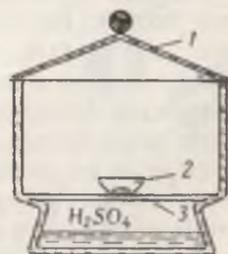
Для приготовления учебных керамических масс или глазурей в количествах до 200, до 1000 и до 5000 г можно пользоваться лабораторно-техническими весами соответствующих моделей: ВЛТ-200, ВЛТ-1000г и ВЛТ-5000г и гирями четвертого класса; для более точных работ — техническими весами первого класса марки Т1-1.

Большой вес может быть определен путем двух-трех отдельных взвешиваний. Для значительных загрузок (завесов) можно применять циферблатные весы ВНЦ-10, весы ВКО-20, Ш-50-П (см. гл. 21, рис. 156) и др.

Для сохранения чувствительности весов надо строго придерживаться правила: *не нагружать их больше указанного для них веса и не делать дополнительных загрузок материалов в момент их качания*. Перед взвешиванием лабораторные весы должны быть скорректированы с помощью тарировочных гаек коромысла. При качании стрелки надо добиться одинакового отклонения ее в обе стороны по делениям. При добавках и уменьшении завесов арретир должен находиться всегда в нерабочем положении (закрыт). Он открывается лишь для проверки веса.

Рис. 94. Разрез эксикатора

4 — притертая крышка; 2 — фарфоровая чашка; 3 — фарфоровая решетка



Точность взвешивания зависит от величины завесов:

От 1 до 100 г	точность до	0,1 г
» 100 » 1000 »	» »	1 »
Больше 1000 »	» »	10 »

Значительную по весу добавку того или иного компонента следует производить сбрасыванием материала с совка, а при небольших добавлениях или уменьшениях веса надо пользоваться шпателем (постукивая по нему пальцем).

Для отмеривания воды по объему пользуются градуированными стеклянными мензурками и разной емкости или другой посудой известной емкости.

Учет влажности материала. Посмотрим, как отразится на весе влажность материала, если, например, в глине ее окажется 14,7%, а завес согласно рецепту должен весить 2 кг (2000 г), но в виде сухого материала.

Для определения влажности берут кусочек глины (около 100 г) и, уточняя вес, завешивают его в предварительно тарированной фарфоровой чашечке (сухой). Поместив завес с чашечкой в сушильный шкаф, высушивают ее в течение 2—3 ч при температуре 105—110° С, а после этого, дав остыть в стеклянном эксикаторе (рис. 94), взвешивают. Затем надо поставить чашечку с завесом еще раз

в сушильный шкаф на 25—30 мин, а потом снова взвесить. Если при втором взвешивании вес изменится, то завес досушивают до «постоянного веса».

Сам расчет прост: например, если вес влажной глины был 97,5 г, а высушенной — 85,0 г, то влажность по отношению к сухому весу будет:

$$100 \cdot \frac{97,5 - 85,0}{85,0} = 14,7\%.$$

Для того чтобы получить 2000 г (2 кг) сухой глины, ее следует брать на каждые 100 г на 14,7 г больше, т. е. 114,7 г; таким образом, для 2000 г сухой глины надо взять в 20 раз больше, т. е. 2294 г, или 2,294 кг; короче: $2000 \cdot 1,147 = 2,294$ кг.

Если не принять во внимание влажность, то сухого материала будет 1706 г.

Способы замачивания и смешивания масс (для получения пластичного теста). Рассмотрим три способа замачивания и смешивания масс: шликерный, пластический и мельничный.

Шликерный способ. При замачивании необходимые количества воды колеблются в пределах 1100—1500 в. ч. на 1000 в. ч. сухих материалов, что зависит главным образом от «жирности» массы, т. е. от свойств примененной в ней глины. Достаточно точные (контрольные) отправные данные можно получить, если к 100 г глины прибавлять понемногу воды, измеряя ее мензуркой и размешивая массу до сметанообразного состояния. Затем полученную для 100 г цифру относят ко всему завесу материалов. Надо прибавлять шихту в воду, но не наоборот, так как в последнем случае она размачивается труднее. Для смешивания нужно применять лишь нержавеющей, эмалированный или оцинкованный сосуд и некорродирующее весло.

Через одни-двое суток после замачивания шликер перемешивают и пропускают через сито 36 отв/см² и тоньше. Значительно быстрее (за 3—4 ч) готовится шликер при использовании мешалки пропеллерного типа (см. рис. 159). Для процеживания пригодны сита с деревянной обечайкой и латунной проволокой. При пропускании шликера сито надо встряхивать.

На плоскую гипсовую доску с бортиками кладут влажный холст и выливают на нее шликер, который постепенно обезвоживается. Подвешивать массу надо до тех пор, когда она только-только перестанет прилипать к рукам. Иногда массу сразу выпаривают просто на плите, но при этом в ней остается много растворимых солей, которые при формовании, сушке и обжиге выступают в виде белесых пятен на изделии, т. е. дают «выцветы» (см. ниже).

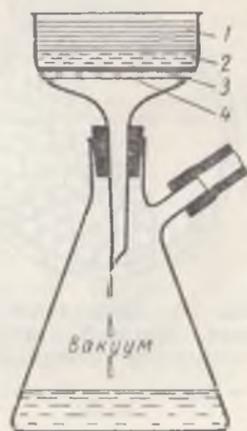
Шликерный способ отличается тем, что благодаря его применению удаляется много растворимых солей, крупный песок и хорошо смешиваются компоненты массы. В конечном итоге рабочая масса, в зависимости от свойств использованных глин, будет содержать от 16 до 25% воды.

Некоторые керамисты для удаления воды рекомендуют создавать разрежение (вакуум). Если массы весьма немного, то для этого можно использовать толстостенную колбу с трубочным отводом у горловины (Вульфа) и воронку Бюхнера (рис. 95). Фильтрацию осуществляют с помощью плотной фильтровальной бумаги или ткани, положенных на плоское с отверстиями дно воронки. На заводах и даже в небольших мастерских для обезвоживания применяют так называемые фильтрпрессы (см. рис. 160).

Пластический способ. Смешанную шихту засыпают ровным слоем в таз и пальцем или палочкой протыкают в ней отверстия до дна таза. Воду надо добавлять осторожно, так как сначала кажется, что воды налито еще недостаточно, а на самом деле, после тщательного перемешивания, может оказаться, что ее добавлено слишком много. Требуемое количество воды предварительно замеряют на небольшом количестве пробы. Перемешивание пропитанных водой небольших порций массы производят вручную. Предварительно надо внимательно проследить за зерновым составом порошков, так как отсеять крупные каменистые включения при этом способе невозможно.

Рис. 95. Воронка Бюхнера, приспособленная для фильтрации небольшого количества шликера с помощью вакуума

1 — шликер; 2 — пластичная масса; 3 — фильтровальная бумага или ткань; 4 — пористая пластина



Массы, содержащие шамот, такие, как терракотовые, в основном готовятся пластическим способом и перемешиваются (при небольших порциях) вручную; на заводах и оснащенных мастерских — на специальных глиномялках (см. рис. 161). Весьма желательно такие массы после обезвоживания оставлять для вылеживания (старения), ибо после этого значительно улучшаются их свойства даже за сравнительно короткое время — один-два месяца (см. ниже).

Мельничный способ. Смешиваемые материалы и вода подаются в шаровую мельницу (см. гл. 19 и 21). Длительность ее вращения зависит от начальной и необходимой конечной величины частиц загрузки, а также от технической характеристики мельницы.

Скорость вращения шаровой мельницы при известном опыте можно установить на слух, по ее грохоту. При слишком быстром вращении шары прижимаются к футеровке барабана, а потому измельчения и смешивания не произойдет. Чересчур медленное вращение заставит шары слегка скользить по «уходящему» от них дну барабана, что также даст весьма небольшой эффект.

Надо найти такую скорость, чтобы шары, поднявшись вверх, оторвались от футеровки цилиндра и упали на дно (рис. 96). Приблизленно:

$$n = \frac{35}{\sqrt{D}} \text{ при } D > 1,25 \text{ м,}$$

$$n = \frac{40}{\sqrt{D}} \text{ при } D \leq 1,25 \text{ м,}$$

где D — внутренний диаметр мельницы;

n — число оборотов мельницы в минуту.

Например, если диаметр мельницы 1 м, то легко определить, что скорость вращения должна быть 40 об/мин, а если $D = 0,5$ м, то

$$n = \frac{40}{\sqrt{0,5}} = \frac{40}{0,707} \approx 56 \text{ об/мин.}$$

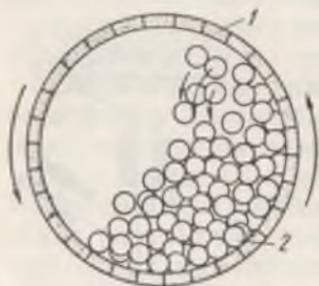


Рис. 96. Правильное действие шаровой мельницы (удар и истирание)

1 — барабан с обшивкой; 2 — шары

Оптимальную степень заполнения барабана при этом увеличивают до 80% емкости. На практике максимальное число оборотов, высчитанное по формуле, обычно несколько уменьшают.

При выполнении учебных работ мелющие тела (кремневая галька или фарфоровые шары) могут занимать приблизительно половину объема мельницы; в промежутках между ними будут находиться компоненты массы. Вскоре после начала пуска мельницы ее надо остановить и проверить, не прилипает ли глина к шарам.

После смешивания слив пропускают через сито и, если возможно, через магнитный сепаратор*, а затем обезвоживают, как указано выше.

При пластическом замачивании желательно оставлять некоторую избыточную влажность в глине, так как совершенно сухая глина трудно замачивается и в ней образуются «глазки», ведущие к трещинам.

Перебивка пластичных масс. Снятая с фильтрпресса или вакуум-фильтра или обезвоженная каким-либо иным способом пластичная масса неоднородна по влажности, зерновому составу и др. и требует дальнейшей обработки.

В первой главе описан прием ручной перебивки массы. Насколько важен этот процесс, можно судить по весьма поучительному опыту перебивки двух различно окрашенных масс, одна из которых белая, а другая окрашена, например, окисью хрома (рис. 97).

* Аппарат, отделяющий мелкие частички магнитных соединений железа от жидкой массы.

Известная неоднородность остается даже при обработке масс в глиномялках, если ограничиться однократным пропусканием через них массы. В последнее время доказано, что масса при выходе из мундштука пресса приобретает некоторую структурность (ориентировку частиц), которая в дальнейшем обуславливает повышенную деформацию, особенно на плоских изделиях. Оказывается, что для пластического формования нужна масса с хаотически расположенными частицами.

Так называемый восточный способ перебивки массы сводится к ритмичному давлению «от правой руки» с некоторым закручиванием массы, создающим впечатление «течения» ее в одном направлении (рис. 98).

Вылеживание (старение) масс. Пластичную массу можно хранить в оцинкованном плотно закрывающемся ящике. Небольшие

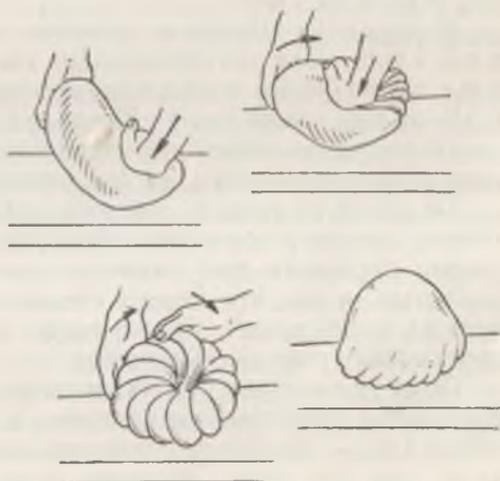


Рис. 98. Последовательность ручной проминки массы (восточный способ)



Рис. 97. Неоднородность двух плохо смешанных масс, одна из которых окрашена (разрез)

ее порции следует помещать в виде шаров и цилиндрических роликов в целлофановые мешки или в непористые керамические сосуды с резиновой прокладкой в крышке.

Чем дольше во влажном, теплом и затемненном помещении вылеживается масса, тем лучшими становятся ее формовочные свойства. Некоторые исследователи считают, что повышенная температура и влажность помещения способствуют образованию коллоидных гидроксидов алюминия и железа $[Al(OH)_3$ и $Fe(OH)_3]$. Из нашего опыта явствует, что при продолжительном действии воды на порошкообразный полевой шпат можно по изменению цвета даже лакмусового индикатора установить, что вытяжка имеет щелочную среду, т. е. в ней присутствуют гидроксильные ионы ($pH > 7$). Накопление коллоидных веществ при длительном вылеживании должно улучшать пластичность и формовочные свойства масс.

Искусственного улучшения пластичности достигают также путем введения в массы вытяжек торфа, соломы и растений, дающих дубильные кислоты. В литературе отмечается, что китайские

керамисты подвергали старению массы в течение многих десятков лет.

Разжижение (дефлокуляция). Можно значительно снизить содержание воды в шликере, не увеличивая его вязкости, а главное — сделать его на продолжительное время равномерно суспензированным и не расслаивающимся, благодаря чему при отливке стенки изделия будут равномерными и более прочными, а износ форм меньшим. 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.

В керамике подобные вещества называют **дефлокулянтами** или, если это проводящие ток соединения, — **электролитами**. Общее количество электролита редко превышает 0,4—0,5% от веса сухой массы. После его введения шликер приобретает такую текучесть, какой обладала бы суспензия с значительно большим содержанием воды, но без дефлокулянта.

По одной из теорий, действие дефлокулянтов на глинистые суспензии связано в основном с приобретением одноименной зарядности частиц суспензии при наличии отрицательно заряженных гидроксильных ионов, что ведет к отталкиванию их друг от друга и делает их подвижными. Важно также состояние водных пленок (оболочек) вокруг глинистых частиц.

Опыт показывает, что излишняя добавка электролита (~1%) приводит к загустеванию шликера, а еще большая добавка (иногда свыше 1%) — снова к разжижению, но качество шликера становится хуже, чем при малых добавках, и он расслаивается. Слишком набухшие частицы разъединяются (распадаются), водная пленка вокруг них становится очень большой.

Скажем так: дефлокулянт воздействует на физико-химические силы глинистых суспензий и увеличивает их текучесть в основном из-за появления концентрирующихся вокруг глинистых частиц водных оболочек и наличия сил отталкивания между частицами.

Установление оптимального разжижения литейного шликера. Способность той или иной глины к разжижению приходится устанавливать каждый раз опытным путем. При этом имеет влияние даже химический состав воды, на которой готовится шликер. На глины с большим содержанием извести или соединений железа дефлокулянты действуют в ряде случаев неэффективно.

Для подбора оптимальных количеств электролитов надо иметь приготовленные на мягкой воде пяти- или десятипроцентные их растворы (Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 , танин и др.). Раствор, содержащий жидкое стекло, хранить более месяца *не следует*.

Необходим также набор из шести стеклянных цилиндров емкостью по 300 см^3 с делениями и притертой пробкой. В каждый из них засыпают 50 г высушенной порошкообразной глинистой шихты. В первый цилиндр заливают столько воды (без электролита), чтобы заведомо получился весьма вязкий и малоподвижный шликер.

К остальным навескам прибавляют возрастающее каждый раз на 0,05% количество электролита, начиная от 0,05% во втором цилиндре и кончая 0,25% в шестом. Недостающее количество раствора электролита при перемешивании надо довести водой до уровня в первом цилиндре.

На другой день содержимое цилиндров вновь перемешивают и на глаз устанавливают, при каком количестве электролита получилось оптимальное разжижение (хорошая текучесть при минимуме воды). Если это не достигнуто, следует начать опыт с 0,3% электролита или заменить электролит другим.

Когда будут намечены оптимальные пределы разжижения, в этом интервале можно дополнительно уточнить количество электролита, добавляя его по 0,01%.

Допустим, что в качестве стандартного раствора мы имеем пятипроцентный раствор сухой соды. Каждый кубический сантиметр этого раствора содержит $5/100 = 0,05$ г сухого электролита. Если надо, чтобы во втором цилиндре содержалось 0,05% сухого электролита по отношению к сухой шихте (50 г), то стандартного раствора электролита надо взять $0,5 \text{ см}^3$ (0,05% сверх 100% шихты).

Оптимальное количество электролита в кубических сантиметрах, а также удельный вес изучаемого шликера, определяемый как частное от деления его веса на объем, следует записать. Во многих случаях хорошие результаты дает комбинация из двух электролитов даже при весьма малом их содержании. Неоправданно больших количеств щелочного электролита *надо избегать*, так как это дает слишком плотное присасывание отливки к форме, а кроме того, — этим можно «сжечь» (разрушить) гипс.

Вес шликера в объеме 100 см^3 . Для такого определения от полученного и хорошо размешанного шликера отбирают пробу (немного больше 100 см^3), сразу же переливают ее в заранее взвешенную колбу емкостью 100 см^3 до метки и взвешивают. Разность в весах даст вес шликера, заключающегося в объеме 100 см^3 и при делении на 100 — вес 1 см^3 шликера. Например: $165,0$ (разность)/ $100 = 1,65$.

Установление в шликере количества сухого материала при условном удельном весе последнего. Опыт показывает, что удельные веса каолинов, глин и большинства непластичных материалов отличаются между собой незначительно и в среднем равны 2,50—2,65. (Для глазурных шихт, содержащих соединения тяжелых металлов, например свинца, это условие не подходит. В таких случаях удельный вес шихты надо установить специально).

По приведенной ниже формуле находят вес сухого материала в шликере, выражая данные в процентах:

$$G_1 = \frac{Gd}{d_1},$$

где G — вес шликера в объеме 100 см^3 , уменьшенный на 100;
 d — удельный вес сухого материала (2,50; 2,65 или другой);
 d_1 — удельный вес сухого материала, уменьшенный на 1.

Коэффициент d/d_1 — величина постоянная и при $d = 2,5$ будет всегда равен $2,5/1,5 = 1,666$; на него надо умножить G . Например, если 100 см^3 шликера весят $175,82 \text{ г}$, то, вычитая из этого числа цифру 100 , получим $75,82$, на которое надо умножить постоянный коэффициент $1,666$:

$$75,82 \cdot 1,666 = 126,31 \text{ г (сухого вещества).}$$

Вычитая из веса шликера в объеме 100 см^3 вес сухого вещества, получим:

$$175,82 - 126,31 = 49,51 \text{ г (воды),}$$

или в процентах

$$\frac{126,31 \cdot 100}{175,82} = 71,8\% \text{ (сухого вещества),}$$

и по разности:

$$100 - 71,8 = 28,2\% \text{ воды.}$$

Если нужно определить вес сухого вещества во всей мешалке, то полученный вес сухого вещества для 100 см^3 шликера, т. е. $126,31 \text{ г}$, надо увеличить во столько раз, во сколько объем мешалки больше 100 см^3 .

Изготовление литейного шликера. Мешалку приблизительно на половину заполняют водой, замерив ее количество по объему или по весу. Задаваясь шликером, например, плотностью $1,65$, находим количество сухой массы, которую надо ввести на взятый объем воды.

Допустим, что мы залили водой десятилитровую мешалку точно наполовину, т. е. влили 5000 см^3 воды. Из табл. 16 находим, что плотности $1,65$ соответствует $34,4\%$ воды. Значит, 5000 см^3 воды будут представлять собой $34,4\%$ от общего веса шликера, а $65,6\%$ — вес сухого материала.

Таблица 16

Водосодержание шликеров (при удельном весе сухого вещества 2,50)

Вес, 1 см^3 шликера	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
% воды	61,5	56,8	52,4	48,4	44,5	40,9	37,5	34,4	31,4	28,6	26,0
% сухого вещества	38,5	43,2	47,6	51,6	55,5	59,1	62,5	65,6	68,6	71,4	74,0

* По приведенной выше формуле следует составить другую таблицу, если удельный вес сухого вещества принят или найден другим, например 2,60.

Из пропорции:

$$\begin{aligned} 5000 &- 34,4 \\ x &- 65,6 \end{aligned}$$

находим, что

$$x = \frac{5000 \cdot 65,6}{34,4} = 9535 \text{ г, или } 9,535 \text{ кг сухой массы.}$$

Если, скажем, на каждые 50 г сухой массы идет 2 см³ стандартного раствора электролита, то на 9535 г нужно прибавить

$$\frac{9535}{50} \cdot 2 \approx 381 \text{ см}^3 \text{ раствора электролита.}$$

Ради осторожности все количество электролита сразу прибавлять в воду *не следует*. Размешав электролит, начинают при помешивании медленно добавлять сухую массу к воде. Затем пускают мешалку и 20—30 мин основательно перемешивают шликер. Если он окажется несколько вязким, то надо понемногу добавлять остальное количество раствора электролита.

Следует помнить, что порошкообразная сода (Na₂CO₃) должна храниться в плотно закупоренных банках, иначе она начинает действовать как коагулятор. Сода дает более рыхлые отливки, и поэтому приготовленный на ней шликер отливается быстрее, чем на растворимом стекле (Na₂SiO₃), но последнее дает более прочные отливки, чем сода.

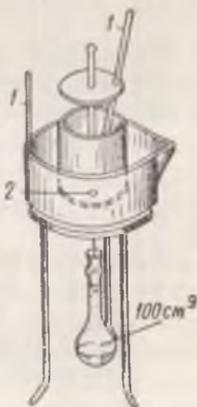


Рис. 99. Вискозиметр типа Энглера

1 — термометры; 2 — копический ниппель; $d_{\text{верх}} = 8 \text{ мм}$;
 $d_{\text{нижн}} = 6 \text{ мм}$

Добавление органических веществ (например, таннина) позволяет снизить содержание щелочей, где они нежелательны.

Определение относительной вязкости шликера. Необходимая консистенция шликера может быть установлена визуальным способом, т. е. зачерпыванием из хорошо размешанной смеси полной ложки шликера и выливанием струи с ее конца. Хороший шликер должен литься непрерывной густой струей.

При оценке шликера большое влияние на вязкость оказывает окружающая температура и ее возможные изменения. Для наливного способа, т. е. при отливке в основном толстостенных изделий, шликер должен быть более вязким (менее текучим), чем для сливного способа. Для точной характеристики качества шликера применяются приборы (в и с к о з и м е т р ы), с помощью которых определяют относительную величину вязкости, т. е. число от деления времени истечения шликера на время истечения такого же объема воды.

Наиболее распространен для указанных целей вискозиметр типа Энглера (рис. 99). В пространство между бачками заливают какую-угодно жидкость с температурой на 2—3°

выше 20°C ; при последней температуре должно произойти испытание. Шликер предварительно пропускают через сито 144 отв/см^2 . Во внутренний бачок вискозиметра заливают шликер так, чтобы он закрыл одновременно все три острия. Подставляя мерную колбу объемом 100 см^3 , открывают выпускное отверстие (ниппель), закрытое пригнутой палочкой, и пускают секундомер. Как только шликер заполнит колбу до метки, тотчас закрывают выпускное отверстие вискозиметра той же палочкой и останавливают секундомер. Надо произвести три-четыре параллельных опыта и взять среднее из полученных значений.

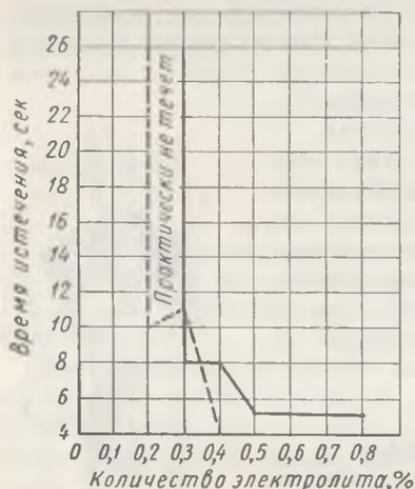


Рис. 100. График текучести массы № 15 (ЛВХПУ) при 40% влажности

1 — процентное содержание соды;
2 — процентное содержание жидкого стекла

На рис. 100 показан полученный нами график текучести шликера из массы № 15 (ЛВХПУ), состоящей из 50% пулковской глины (кембрийской), 25% капсельного шамота и 25% мела (установлено воронкой НИЛК). Мы видим, что при влажности шликера 40% при добавке 0,4% жидкого стекла масса течет за 4 сек, а с таким же количеством соды текучесть ее хуже — 8 сек.

О получении полусухих масс. Для изготовления архитектурной и строительной керамики очень часто используют массы с весьма малым содержанием воды — 8—10% и меньше; это так называемые полусухие массы. Связность этих масс и сохранение формы сырого изделия достигаются посредством высокого давления, создаваемого на прессах (см. рис. 162), а также добавками клеящих веществ (см. гл. 16).

О выцветах на глинистых массах. В процессе сушки сырого изделия содержащиеся во многих глинах (особенно гончарных, легкоплавких) растворимые соли поднимаются на поверхность изделия и образуют белесые пятна — выцветы. Они портят внешний вид неглазурованного изделия, а при глазуровании создают ряд трудностей, так как являются весьма нежелательной прослойкой между глазурью и черепком.

О выцветах на глинистых массах. В процессе сушки сырого изделия содержащиеся во многих глинах (особенно гончарных, легкоплавких) растворимые соли поднимаются на поверхность изделия и образуют белесые пятна — выцветы. Они портят внешний вид неглазурованного изделия, а при глазуровании создают ряд трудностей, так как являются весьма нежелательной прослойкой между глазурью и черепком.

Растворимые соли — это главным образом сульфаты щелочно-земельных металлов. При приготовлении масс их можно перевести в нерастворимое состояние, связывая ион SO_4^- ионом бария (Ba^{++}). Для этого, например, к ленинградским глинам достаточно добавить 0,7—1% BaCO_3 к весу шихты, чтобы после сушки и обжига изделий выцветов не наблюдалось.

В последнее время найден заменитель реактивного BaCO_3 . Это баритовые отходы литопонного производства. Необходимое количество заменителя следует увеличить в четыре раза, но, как показали опыты, его действие более эффективно, чем чистого углекислого бария.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

СВЕДЕНИЯ О МОДЕЛЬНО-ФОРМОВОЧНОМ ДЕЛЕ В КЕРАМИКЕ

Эскизная работа художника-керамиста в поисках формы почти всегда связана с работой модельщиков и формовщиков, ибо представления, нанесенные на бумаге, отличаются от представлений, показанных в объеме. Сплошь и рядом заданный модельщику эскиз формы изделия не удовлетворяет автора, увидевшего задуманную вещь объемной, после чего и начинаются истинные поиски и исправления.

Незнание художником керамического модельно-формовочного дела создает также ряд трудностей при внедрении в практику предложенных им форм из-за их нетехнологичности, т. е. слишком большой трудности и стоимости их в производстве. Поэтому весьма желательно, чтобы художник-керамист знал практику модельно-формовочного дела.

1. Изготовление моделей

Модель необходимо изготовить несколько увеличенной против окончательных размеров керамического изделия, так как почти все керамические массы после сушки и обжига сокращаются в размерах.

Конфигурация сырого керамического изделия, особенно сложной объемной формы, сокращается не всюду пропорционально одинаково. Данные общей линейной усадки (усушка + огневая усадка) мы используем как среднее значение, а опыт и наблюдение сокращений предыдущих подобных форм подсказывают мастеру, где можно увеличить или уменьшить размеры модели.

Пример расчета модели плитки. Допустим, что необходимо сделать модель с окончательным размером сторон изделия 15×15 см. Общая усадка массы, из которой будет изготавливаться плитка, определена, например, в 9,5%. Значит, 15 см представляют собой 90,5% ($100 - 9,5$) от размера модели. Из пропорции

$$15 \text{ см} - 90,5\%$$

$$x - 100,0\%$$

находим, что размер модели

$$x = \frac{15 \cdot 100}{90,5} = 16,6 \text{ см.}$$

Приготовление гипсового раствора. Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$) при затворении с водой дает твердое пористое тело. Просеянный через сито 400—900 *отв/см*² сухой гипс руками засыпают в воду, налитую в эмалированный таз, пока над ее поверхностью не образуется небольшой конусный островок почти сухого гипса, который вскоре потонет. Вся свободная вода поглощается гипсом. Выждав 1—2 *мин*, с осторожностью, не захватывая пузырьков воздуха, начинают проминать гипс руками в течение 2—3 *мин*, а затем желательнее на короткое время подвергнуть смесь перемешиванию с помощью какой-нибудь небольшой мешалки. (Хорошую ручную мешалку для гипса и шликера можно изготовить из электрической дрели).

Образующиеся после встряхивания раствора пузырьки воздуха снимают ложкой. *Не рекомендуется* к затворенному гипсу повторно добавлять новые его порции и дополнительно перемешивать смесь. Раствор быстро начинает твердеть, но в течение 12—15 *мин* он еще находится в сравнительно мягком состоянии и легко поддается обработке. Гипс окончательно схватывается через 25—30 *мин*.

В качестве сосуда для хранения весьма небольших порций гипса мастера используют мягкую тару. Например, половина резинового мяча может служить хорошим сосудом, с которого легко скалываются затвердевшие остатки гипса.

Добавляя поваренную соль, можно ускорить схватывание гипса; весьма способствует этому и теплая вода. Замедлить схватывание можно небольшой добавкой слабого раствора уксуса. Гипсовую отливку можно сделать более прочной, если прибавить к раствору немного (1—2%) квасцов, буры. Добавка кремнекислоты совместно с магниевыми солями и др. (сульфат натрия, цемент) дает высокопористый и весьма прочно затвердевший гипс.

На Ленинградском и Дулевском фарфоровых заводах при изготовлении капов гипс частично заменяют более прочным материалом на основе эпоксидной смолы. Научно-исследовательский институт строительной керамики разработал составы на основе эпоксидного пенопласта вместо гипса. Внедряются в производство формы из полихлорвинила.

При приготовлении больших порций гипсового раствора вода и гипс должны быть отвешены в соотношении: на 1 в. ч. гипса 0,7—1 в. ч. воды. После 2—2,5 *мин* замачивания смесь перемешивают в винтовой мешалке в течение 3—4 *мин* (о гипсе см. гл. 12).

Остатки гипсового раствора никогда не следует спускать в водосточную раковину без специального отстойника. Лучше выплеснуть их на старые битые формы. Гипс трудно счищается с рабочего стола, а поэтому его рекомендуется временно покрывать бумагой.

Смазки и инструмент. Чтобы предотвратить схватывание гипса с гипсом, необходимо места их соприкосновения разделять тонким

слоем мыльно-масляной смазки (у разных мастеров различной по составу), которую готовят в умеренном количестве самостоятельно. Например, так называемое мягкое или ядровое мыло разваривают в соотношении 1 в. ч. мыла на 2,5—3 в. ч. воды и кистью взбивают до образования густой пены. Примерно на 250 см³ пены (стакан) добавляют одну столовую ложку трансформаторного масла и перемешивают. Некоторые модельщики натирают модель отдельно: сначала маслом, а затем мыльной пеной. Лучше вместо машинного взять деревянное или растительное масло. Такое натирание делают два-три раза, и каждый раз остатки мыла вытирают влажной

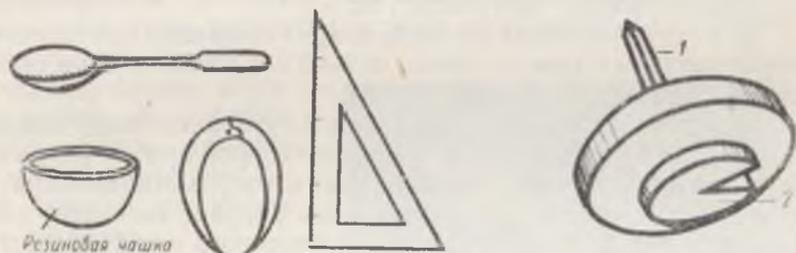


Рис. 102. Съемный болван

1 — штырь; 2 — замок

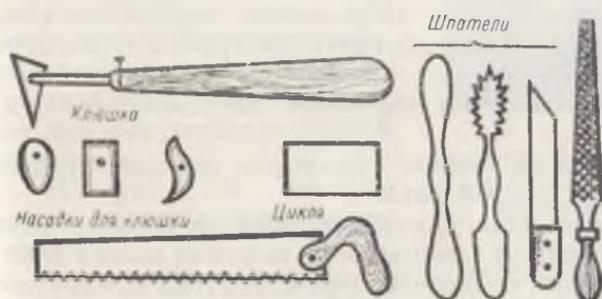


Рис. 101. Инструменты формовщика-модельщика

губкой до тех пор, пока гипсовая поверхность не приобретет полированный вид с кремоватым оттенком. На поверхности происходит химическая реакция с образованием нерастворимого олеата кальция (кальциевого мыла).

Пользуются и такой смесью: 20 в. ч. мыла, 10 в. ч. растительного масла и 70 в. ч. воды.

Растворенным в спирте шеллаком (25% шеллака + 75% спирта) склеивают гипс, а также препарируют (лакируют) модель или гипсовый шаблон. Для склеивания готовят вязкий клей. Пропитывание можно осуществлять горячей и даже холодной олифой. Там, где нужно предотвратить прилипание гипса к ограждающим материалам, можно применять парафин, растворенный в керосине. Для промывки рабочей поверхности новых гипсовых форм используют, например, 3%-ный раствор кальцинированной соды, а также медный купорос.

Инструменты формовщика-модельщика показаны на рис. 101. Для изготовления моделей и форм нужно иметь так называемый формовочный станок (см. рис. 35 и 103).

Некоторые способы изготовления моделей. Существует много приемов изготовления круглых моделей (тел вращения). Если вытачиваемая модель имеет сравнительно большой диаметр нижнего (или верхнего) основания, способного благодаря силе сцепления и весу, а также добавочному укреплению мягкой глиной удерживаться при обтачивании на вращающемся круге, то необходимую гипсовую цилиндрическую заготовку отливают непосредственно на размеченном по окружностям болванке станка (тяжеловесная гипсовая круглая отливка, укрепленная на осевой крестовине круга).

Для изготовления высоких моделей с весьма малым диаметром основания можно поступить так:

а) отлить гипсовый цилиндр вокруг стального прута, оставив его выступающим с одного конца на 2—3 см, и обточить на простом токарном станке до нужной формы;

б) отлить гипсовый цилиндр на круглой гипсовой насадке (посаженной на болван круга), в центре которой прочно укреплен трех- или четырехгранный, идущий на конус, металлический штырь (рис. 102). Нижний конец штыря (на рисунке не виден) расклепан в крестовину. Насадка с помощью гипсового замкового устройства (выступ на нижнем ее основании) вставляется в соответствующее углубление (гнездо) болвана круга. Обтачивание производится на обычном станке (круге). Желательно иметь две-три таких насадки с разной высотой штыря;

в) выточить модель режущим шаблоном на коловратке (см. рис. 105).

Изготовление моделей на станке. Рассмотрим вначале процесс изготовления модели небольшой вазы.

Вокруг промышленного цилиндрического выступа болвана (или без выступа, строго по центру) заворачивается широкая полоса линолеума или кусок широкого приводного ремня, картона или другого листового легко сворачивающегося материала. Получившийся полый цилиндр, диаметр которого на 2—3 см превышает самый большой диаметр модели, связывают прочным шпагатом. Щели, образовавшиеся у дна и других мест, замазывают мягкой глиной. Высота цилиндра может иметь некоторый запас, т. е. быть немного выше, чем высота будущей модели. Гипс для этого надо развести в таком количестве, чтобы его хватило для отливки цилиндра за один раз. Цилиндр заполняют гипсом почти доверху. Через некоторое время с еще мягкого гипса, но способного сохранять форму (поверхность становится матовой), снимается обкладка, и цилиндр возможно быстрее обрабатывается до приблизительных очертаний модели (при этом вращение станка должно быть замедленное).

Некоторые мастера изготавливают такую модель ручным способом с помощью грубого шаблона, вырезанного, например, из пласта гипса и пропитанного для прочности шеллаком, или посредством ц и к л и без фиксации снимающего гипс инструмента (от руки). Только тогда, когда гипс затвердеет, применяют так называемую к л ю ш к у (рис. 101). При этом конец деревянной насадки, упертой

в плечо, держат правой рукой, а вторую половину (режущую) кладут на поперечную планку, расположенную на двух боковых лесенках и находящуюся впереди модельщика. Опираясь на планку, левая рука образует своего рода подвижной шарнир, фиксирующий инструмент на планке (рис. 103). С помощью боковых лесенок планку можно опускать и поднимать по вертикали.

В процессе точного вытачивания многократно проверяют с помощью кронциркуля, шаблона и других инструментов размеры и образующие линии модели.

Начинаящему следует заботиться о том, чтобы модель не свалилась со станка из-за чрезмерного врезания острия клюшки в гипсовое тело модели. Надо работать с острым инструментом (лезвиями).

По окончании данной операции модель слегка обстукивают рукой и снимают с болвана. После хорошей сушки ее обрабатывают наждачной бумагой, что можно делать и на круге.

Во многих случаях в модели создают ножку. Для этого модель переворачивают, центрируют и укрепляют на круге, а затем выбирают гипс из дна округленным лезвием клюшки.

На рис. 104 показана схема процесса вытачивания модели.

Если изделие должно иметь утопленную внутрь крышку, то гнездо для нее вытачивается сразу же в модели, при этом край изделия получается заданной толщины (наливной). Полка, на которой лежит крышка, выделяется ступенькой, выступающей над уровнем остальной массы модели на 1—1,5 мм. Крышка вытачивается отдельно с расчетом небольшого люфта в гнезде и без шарнира, входящего внутрь изделия, который добавляется в процессе формирования.

Изготовление круглых и высоких моделей с помощью профильного шаблона на коловратке. Этот способ является одним из лучших и применяется в керамических мастерских многих стран, но менее распространен у нас. Он требует хороших навыков, но зато после освоения дает зеркально гладкую модель, так как позволяет снимать шаблоном слои довольно жидкого гипса.

Коловратку можно изготовить самому. Она состоит из тяжелого ящика или соответствующим образом расположенных металлических рам; вдоль с помощью подшипников или хомутиков укрепляется конический трехгранный съемный валик, кончающийся



Рис. 103. Деревянную насадку упирают в плечо; опираясь на планку, левая рука образует своего рода шарнир

на утолщенном конце ручкой (рис. 105). Из толстой фанеры, в соответствии с проектом модели, вырезается грубый шаблон, на который крепится немного выступающий за края весьма точный металлический шаблон, являющийся режущим инструментом. Металлический шаблон следует изготавливать из малокорродирующего стального металла.

Перед началом работы на конический валик коловратки наматывают не сильно затянутый шпагат, а затем увлажненную мешко-

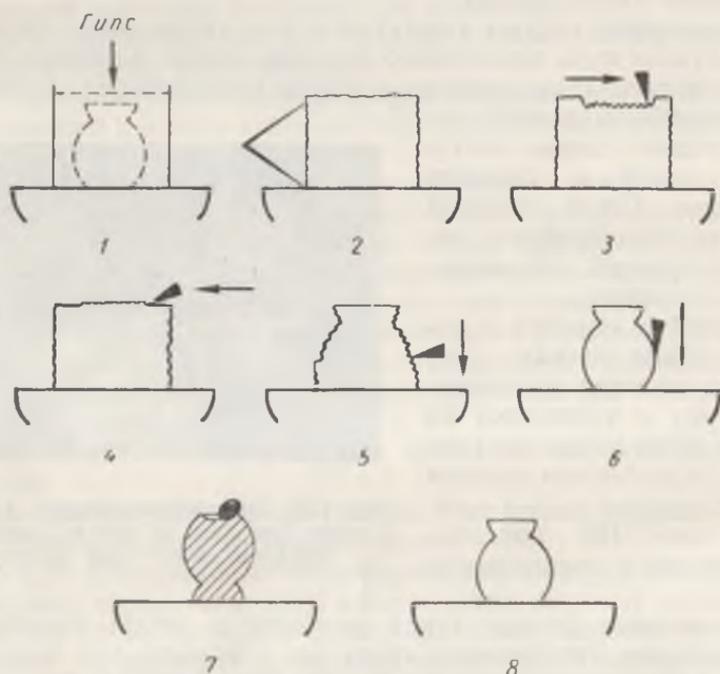


Рис. 104. Схема вытачивания модели клюшкой

вину, паклю или другие материалы, способные схватиться с гипсом. На образовавшуюся основу наносят первые порции уже начавшего схватываться гипса, который сразу же твердеет. Постепенно прибавляют свежий гипс, и вращая ручку в одном направлении, понемногу снимают его избыток.

В процессе работы шаблон надо держать в чистоте, очищая его от приставшего гипса, что особенно важно при окончательной обработке модели. Гладкая поверхность получается тогда, когда последние порции гипса наносятся в виде весьма жидкого раствора. Сняв конический валик с опор, легким постукиванием по основанию снимают с него модель (иногда слегка нагревают и охлаждают ручку). Получившиеся от валика отверстия заливают гипсом.

Изготовление плоских моделей на столе с помощью шаблона. Способ с шаблоном пригоден для изготовления изделий не только

с телом вращения, но и плоских удлиненных моделей — блюд и других форм, которые делают путем протяжки шаблона по пласту еще мягкого гипса.

На рис. 106, а показана схема протяжки шаблона в одном направлении с помощью направляющего бруска, жестко скрепленного со столом. Одни мастера делают это по мягкому гипсу, а другие — по достаточно уже твердому, что зависит от качеств гипса и некоторых добавок к нему. Для лучшего скольжения бруски намыливают. Отрезая от такой заготовки соответствующие куски гипса, приклеивая их к торцевым частям основной заготовки, опиливая и подправляя, можно изготовить ту или иную модель блюда.

Приклеивая к торцам две половинки круглой заготовки, показанной на рис. 106, в, делают модель с закругленными краями. Дополнительную круглую заготовку можно изготовить как на станке, так и посредством шаблона, вращая его вокруг центра мягкого пласта гипса вручную (без станка). Такой шаблон пристраивают на оси, которая является центром модели и вокруг которой вращают режущую часть шаблона с помощью, например, петли.

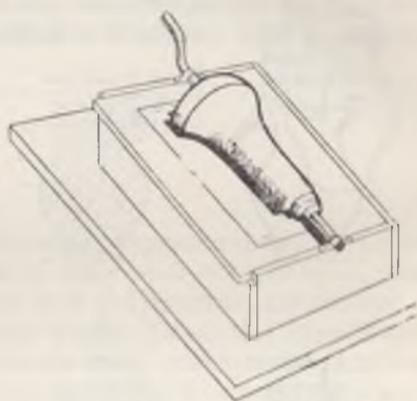


Рис. 105. Коловратка с отодвинутым шаблоном и выточенная на ней модель

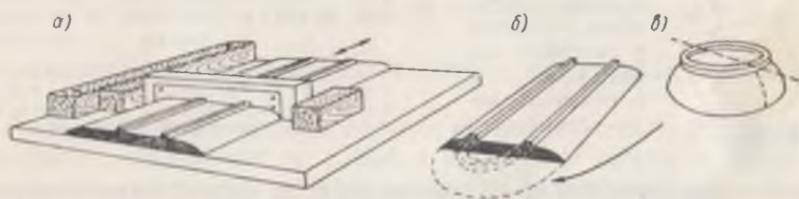


Рис. 106. Схема изготовления плоской модели с помощью шаблона

Изготовление моделей ручек и носиков. Детали моделей декоративных или бытовых изделий, наиболее часто им сопутствующие, как, например, ручки и носики, изготовляют по-разному.

Носик изделия типа кувшина или сливочника оформляют из пластилина (глины) прямо на основной гипсовой модели. С него снимают соответствующую гипсовую форму, из которой затем выбирают пластилин (мелкие остатки пластилина хорошо выбираются прошепыванием целым куском пластилина).

В том месте, на котором был пластилин, делают глубокую насечку, и в приставленную смазанную форму подливают гипс. После

отвердения гипса форму отделяют, а носик дорабатывают режущим инструментом начисто (рис. 107). Во избежание присасывания форму и место подлива к модели покрывают лаком или обильно размачивают водой.

Крупные носики, а иногда и ручки, нужно лепить из пластилина на 2—3 мм толще, чем они должны быть, ибо после снятия черновой формы и при чистовой обработке они заметно уменьшаются. Их



Рис. 107. Переведение пластилиновой ручки в гипсовую как одно целое тело с основной моделью

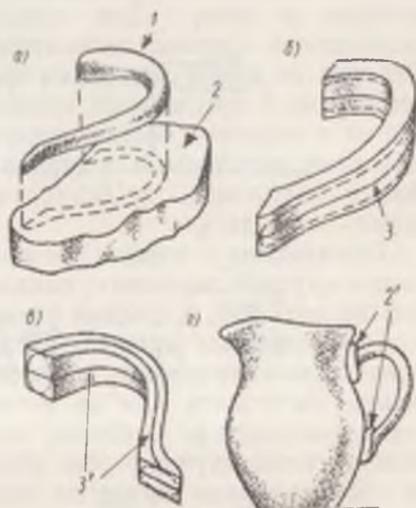


Рис. 108. Переведение пластилиновой ручки в гипсовую и ее монтажа

а — разметка толщины: 1 — пластилин, 2 — гипс; б — разметка ширины: 3 — ось; в — разметка сечения: 3' — ось; 2' — монтаж; 2 — гипс

следует переводить в гипс на теле модели, но укрепляя не намертво, а на смазанной модели.

Приставные ручки и носики тоже делают из пластилина (глины), но как отдельные модели для перевода в гипс. Их вырезают из пласта не совсем затвердевшего гипса. Место для крепления детали намечают неглубокой округлой царапиной и смазывают смазкой. На детали в местах склеивания делают насечку; после нанесения на нее загустевшего гипса ее прижимают к модели (рис. 108). Таким образом, места соединения ручки с моделью хорошо контактируются. Выдавившийся избыток гипса очищают, а деталь, после схватывания гипса, осторожно отделяют. С гипсовой детали можно теперь снимать и, если необходимо, размножить формы.

Получив детали в керамической массе, их приставляют (приклеивают на шликере) к телу изделий.

Гипсовые модели ручки и носика (например, чайника) могут быть вырезаны из гипсового блока, прилитого к основному телу модели. Для этого на модели намечают место, где будет находиться деталь, затем делают на нем надежные замки и ограждают (с некоторым запасом) его глиной для отливки гипсового блока (рис. 109). Разметив блок, вырезают из него режущим инструментом деталь необходимых очертаний.

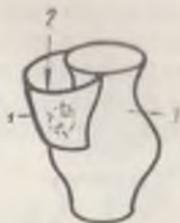


Рис. 109. Получение гипсового блока для вытачивания гипсового носика

1 — глина; 2 — раствор гипса; 3 — гипс

Изготовление моделей с рельефными украшениями. Обычно рельеф наносится на гипсовую модель наленкой пластилина, так чтобы выступающие контуры рельефа (или углубления, сделанные в самом гипсе) не препятствовали снятию формы с модели. Украшение можно делать на четвертой части предмета, если, конечно, он делится на четыре одинаковые части. Эту четвертую часть можно отлить несколько раз и, склеивая симметричные части, составить целый предмет.

2. Изготовление форм

Изготовление на столе простой формы для вазы. На покрытой шеллачным лаком модели (а лучше до лакировки) проводят карандашом линию, разделяющую ее на две равные половины вдоль высоты. Для этого используют циркуль, карандаш и угольник, как показано на рис. 110, а. Но можно разделить модель и другим способом.

С помощью циркуля находят центры дна и верха круглой модели.

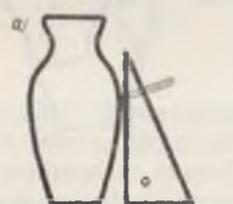
Затем, положив модель горизонтально на стекло или мраморную доску, подпирают ее с боков кусочками глины и проверяют горизонтальность положения, измеряя циркулем одинаковость расстояний найденных центральных точек от основания, на котором лежит модель.

Вслед за этим нужно провести циркуль вдоль каждой стороны вазы (рис. 110, б).

После этого модель кладут в прямоугольный разъемный каркас таким образом, чтобы дно и верх ее едва входили в него, а внизу и с боков оставалось бы место для заполнения его мягкой, смешанной с шамотом, глиной точно до разделяющей модель линии.

Каркас каждый раз можно собирать из кусков толстой фанеры, стекла или толстых мраморных досок. Лучше заготовить заранее разборный ящик из четырех досок, имеющих запас по длине и оснащенных Г-образными крюками, позволяющими собрать ограждение для всякого размера модели.

Некоторые мастера на подложенные снизу и с боков глину кладут по бокам грубо вырезанные из гипса или промасленного картона дополнительные шаблоны, а образовавшиеся щели замазывают глиной. Модель и шаблоны смазывают шеллачным лаком. Перед заливкой гипса модель и (если применялись) боковые шаблоны смазывают с помощью кисти мыльной смазкой, чтобы предотвратить схватывание гипса с гипсом. Верхнюю половину заливают гипсом и оставляют до его схватывания (рис. 111, а). После этого каркас вместе с отливкой переворачивают на 180° и осторожно, чтобы не



← Рис. 110. Методы деления вазы

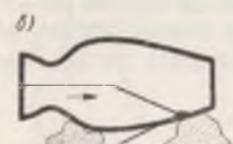
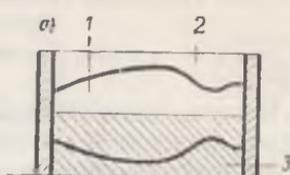
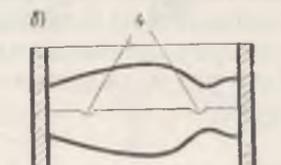


Рис. 111. Получение первого и второго кусков формы с замком

1 — модель; 2 — гипс; 3 — глина; 4 — гнезда и шипы



повредить модель, выбирают всю глину и обтирают модель губкой. Сняв ограждение, на верхних (по бокам) поверхностях гипсового куска (первого) делают замковые полости, т. е. гнезда (лунки) — по две на каждой боковине для вазы среднего размера (рис. 111, б). Наружную сторону первого куска (половины) надо загладить клюшкой, а углы опилить грубым напильником.

Затем модель снова ограждают, намамливают и заливают свежеприготовленным раствором гипса. Таким образом, получают первый и

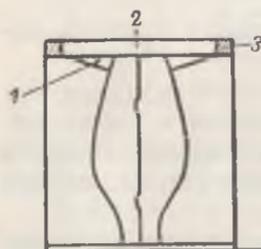


Рис. 112. Изготовление дна третьего куска формы (англо-американский метод)

1 — клинообразные полости для замка; 2 — гипс; 3 — глина

второй куски формы с замками. После этого модель вместе с кусками формы переворачивают, чтобы отлить дно формы.

Для получения дна и «донных» замков вырезают лунки или две невысокие клинообразные полости, идущие к наружному краю кусков формы на нет, как показано на рис. 112. Вокруг донной части формы пристраивают глиняную рамку или другой каркас, превышающий несколько высоту модели, а затем донные поверхности намамливают.

Вновь приготовленную третью порцию раствора гипса наливают в уровень с глиняной или другой рамкой. Если делались указанные выше клинообразные полости, то благодаря образовавшимся соответственно донным шипам половины формы разъединяются и собираются скольжением по шипам дна. После извлечения модели оставшуюся смазку хорошо вычищают мокрой губкой. Желательно для лучшего крепления и сушки кусков формы, собрав ее, вырезать на наружных частях неглубокие канавки для перевязки формы шпагатом. Связанные вместе куски формы сушат при температуре 50—60° С.

Подобную форму можно изготовить и из двух кусков, т. е. не отливая донного куска, если не делать углубленной ножки у вазы. Тогда перед заливкой первого куска надо расположить модель так, чтобы осталось некоторое пространство между донным ограждением и дном.

Иногда при снятии формы или при изготовлении модели, пользуясь станком (кругом), работу начинают с изготовления цилиндрического доньшка, вкладывающегося в боковины формы; это вкладыш для дна с шипами. Перевернутую модель центруют на станке, вокруг ножки делают ограждение, которое заливают слоем гипса высотой 3—5 см, и после укрепления модели глиной или пластилином обтачивают гипс в гладкий невысокий цилиндр с желобком, разделяющим его по окружности пополам (рис. 113).

Горизонтально деленная форма. Быстрым способом изготовления формы является снятие двух кусков с модели вазы или горшка, разделенной горизонтально, но при условии, что они суживаются ко дну и устью на конус («на выход»). Залив огражденную нижнюю половину модели гипсом, обтачивают полученный цилиндр до простой конфигурации (с порожком), показанной на рис. 114, а затем отливают второй кусок, смазывая предварительно первый. Этот метод имеет и недостаток,

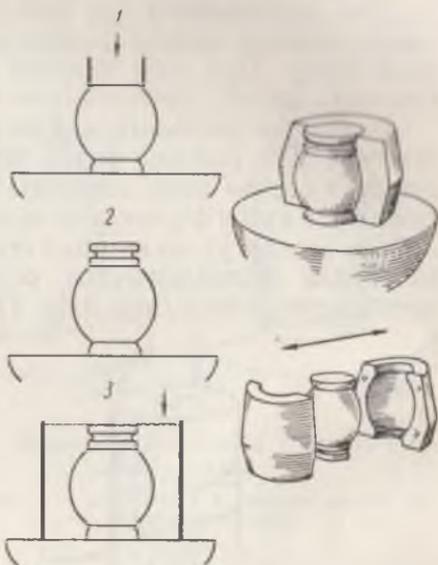


Рис. 113. Схема изготовления на станке простой формы с донным вкладышем

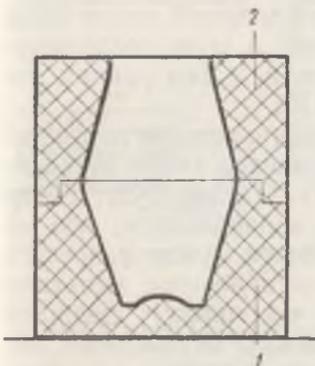


Рис. 114. Горизонтально деленная форма

1 — гипс, первый кусок;
2 — гипс, второй кусок

так как почти неизбежно образующийся на изделии шов просматривается со всех сторон.

Для изготовления крупной вазы «мягкой» овальной конфигурации сливным методом делают форму с отверстием для слива шликера внизу. При этом верхняя половина формы состоит из двух боковых частей, соединяющихся шипами.

Форма «в расколотку» («в разрез»). Этот способ хорош тем, что гипс двух половин формы вполне однороден. На круге, в соответствии с дном вазы (горшка), вытачивают из затвердевшего гипса нижний кусок формы (круглый «клин» с замком или цилиндр с желобком по кругу), на который ставят модель, и, сделав из листового материала цилиндрическое ограждение, заливают до верхнего края раствор гипса (рис. 115). Такую форму можно расколоть (раз-



Рис. 115. Заливка формы «под расколотку»

1 — раствор гипса; 2 — довный клин; 3 — замок; 4 — клинья

резать) на две половины, если по вертикально делящей линии (пока гипс мягок) надрезать ее с обеих сторон пилой, а затем после некоторого отвердения забить несколько клиньев и, легко ударяя молотком, разъединить ее на половины (рис. 115).

Если расколоть форму, не раскрошив гипс, что зависит не только от мастерства, но и от степени отвердения гипса, а также от количества его в растворе, то шов после отливки изделия будет почти незаметным. Однако такая форма быстро изнашивается, ибо не имеет специальных замков. Во избежание этого лучше разрезать форму на большую (на 2—3 мм) и меньшую половины; меньшую отбросить, а большую подрезать ножом по линии, делящей модель уже на равные части. Сделав замки и ограждение, заливают вторую половину формы. Обтачивание производят на медленном ходу (участками) станка и при связанной форме.

Примеры снятия форм на станке. а) Если модель имеет неровный верхний срез, то наверх модели подливают гипс (1—1,5 см), протачивают горизонтальную ровную плоскость, а с боков срезают излишек гипса по контуру модели до образования цилиндра, отступая от ее края примерно на половину толщины будущего черепка изделия (2—3 мм). Этот подлив лучше всего делать на шипах (съем-

ный). С помощью прилива (рис. 116, *А*) модель можно центровать на станке и заливать доньшко формы (рис. 116, справа).

Долив запаса производят и тогда, когда модель имеет резко сужающееся весьма невысокое горлышко, и форму для сохранения в этом месте достаточной толщины гипса необходимо делать выше модели. В отлитых изделиях этот запас срезают.

б) Если модель имеет внутреннее гнездо для крышки, то после отливки боковых частей формы на них протачивают вкруговую уступ (шарнир), по ширине примерно в половину толщины формы и по высоте 1—1,5 см. Сверху заливают кольцо, как бы скрепляющее боковины

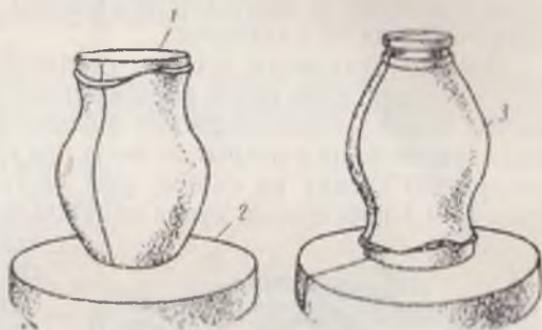


Рис. 116. Изготовление прилива к модели с ровным срезом

1 — прилив; 2 — «болван»; 3 — готовая модель для отливки частей формы

формы и имеющее в центре отверстие для заливки гипса. Размер этого отверстия определяется необходимостью обеспечения достаточной (по прочности) толщины залитого внутрь модели гипса. Можно заранее выточить пробку нужных размеров, поставить ее на место литника и после этого заливать кольцо.

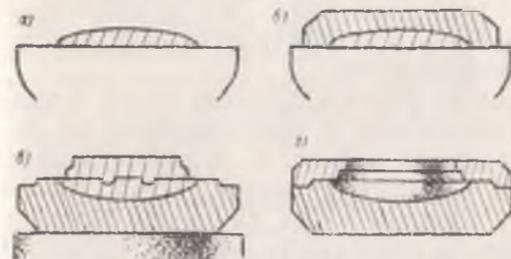


Рис. 117. Снятие формы модели крышки на станке

а — модель на центре; б — форма; в — модель шарнира с запасом для литника; г — готовая форма крышки

в) Модель имеет крышку: снятие формы с модели крышки (под литье) понятно из схемы на рис. 117.

Кусковая форма со скульптурной гипсовой модели. Прежде всего необходимо найти и провести «делящую» линию, позволяющую снять целиком первый кусок формы со стороны спины фигуры. Для этого надо положить модель горизонтально лицевой поверх-

ностью вверх, закрепить ее кусками пластилина, и, вставив вертикально в деревянную колобашку стержень, привести его через копировальную бумагу в соприкосновение с моделью. Затем обвести в этом положении стержень вокруг фигуры, намечая так называемую экваторную линию (главное сечение). Надо быть уверенным, что полученная линия позволит снять целый кусок, а в противном случае — сделать два куска. Покрыв фигуру смазкой, ее кладут лицом вниз

на куски пластилина и начинают добавлять пластилин или глину до делящей линии (под прямым углом). Затем вокруг фигуры, но немного отступя от нее, выкладывают глиняную стенку высотой 1,5—2 см. Гипс на фигуру наращивают кистью, а дальше небольшими порциями — шпателем до толщины 1,5—2 см и приглаживают, пока гипс еще не схватился.

После снятия этого куска и удаления пластилина (глины) с него и с модели края гипса обрабатывают под острый угол и делают частые замки. Положив фигуру в форму и повернув ее лицом вверх, намывают края и открытую часть фигуры. Для следующего куска сооружают стенку из глины, уже частично ограждающую модель (рис. 118). Снять второй кусок целиком со всей поверхности передней

части обычно не представляется возможным. Надо определить на фигуре такое место, которое бы после заливки его гипсом позволило куску, не повредив модель, легко пойти «на выход». Огражденное место заливают гипсом, и после его схватывания полученный кусок обрабатывают. Этот кусок кладут на фигуру и делают глиняное ограждение для третьего куска и т. д., пока не закроют всю фигуру отдельными и сравнительно



Рис. 118. Кусковая форма со скульптуры

1 — глиняное ограждение для куска формы;
2 — гипсовая модель; 3 — гипсовая часть
формы со стороны спины

большими кусками. Затем, уже без модели, куски связывают вместе. После сушки форма готова к употреблению.

В тех случаях, когда кусков получается слишком много, и притом — мелких, изготовляют собирающий и удерживающий их кожух. Указанных выше перегородок не делают, а, разметив модель линиями, осторожно шпателем накладывают весьма густой гипс на первое из размеченных мест. Каждый кусок снимают, обрезают «линию» куска ножом, а наружную поверхность делают с плоскими гранями, чтобы он хорошо лежал в будущем кожухе. Положив обработанный кусок на модель, тем же приемом изготовляют последующие куски. При этом допустима и частичная накладка куска на кусок, но *обязательно* надо следить за тем, чтобы, западая друг в друга, они в то же время легко отнимались. Начинать отливку куска надо с того места, с которого он будет сниматься с модели последним.

Закрыв модель кусками, отливают первую половину кожуха, который при формовании изделия отминкой должен состоять лишь из двух половин (для метода литья можно изготовлять кожух из трех-четырех частей). На краях половины кожуха делают замки и затем отливают вторую половину (рис. 119). Куски и кожух, связанные шпагатом, сушат совместно.

При наличии рук, ног, пьедестала и других деталей у модели, с которых указанным способом затруднительно снять хорошие куски, лучше их отпилить тонкой пилой и изготовить для них формы отдельно, как делают, скажем, формы носиков и ручек для посуды. При этом формы для отрезанных деталей, в свою очередь, могут состоять из отдельных кусков.

Кусковые формы для литья крупных фигур делают так, чтобы они могли разбираться обязательно сверху и отлитое изделие могло постепенно подвдвливаться.

Форма для рельефной плитки.

Модель для рельефной плитки (изразца) обычно представляет собой гипсовую пластинку, на которой нанесен рельеф из глины или пластилина. Сделав соответствующее ограждение, отливают из гипса так называемый **н е г а т и в**, который, однако, получается неточным из-за деформации мягкого рельефа (налепки), а также из-за того, что края рельефа рисунка обычно не везде скошены художником так, как это требуется при снятии формы «на выход». Поэтому после смазки негатива отливают гипсовый **п о з и т и в**, подправляют его «на выход», уточняют, а затем снимают новый негатив, но теперь уже полностью с гипсовой модели. Данный прием можно перенести и на изготовление формы для вазы с лепным украшением.

Об изготовлении формы для перевода пластилиновой или глиняной модели в гипсовую. Снятие с мягкой модели гипсовой формы почти неизбежно ведет к гибели модели и получению не совсем точной формы. Задача мастера состоит в том, чтобы снять с мягкой модели по возможности неискаженную форму, отлить в ней гипсовое изделие и, после доработки его художником, окончательно выполнить точную форму, пригодную для изготовления керамического произведения.

Метод заключается в том, что пластилиновая или глиняная фигура делится на известное число секций с помощью тонких промасленных медных полос, вжатых в модель и подкрепленных пластилиновыми шариками. На полученные секции наносят первый тонкий слой подкрашенного чем-либо раствора гипса, а затем из мягкой проволоки изгибают на модели части каркаса (скелет), укладывая его соответственно конфигурации секций. Посредством



Рис. 119. Часть многокусовой формы и кожуха (руки отрезаны для снятия отдельной формы)

очень густого гипса укрепляют в отдельных местах проволоку на подкрашенном слое гипса. После этого, в соответствии с высотой выступающих медных полосок, заливают обычный белый гипс. Промасленные медные полоски довольно легко вытаскиваются плоскогубцами, и куски после отверждения снимаются. Модель, естественно, повреждается. Приставший к кускам пластилин (глина) тщательно удаляется, и внутренность кусков покрывается мыльной смазкой.

При сборе формы образовавшиеся швы в зависимости от размеров фигуры заливаются гипсом или заклеиваются плотным материалом, чтобы раствор гипса при отливке не вытекал. В связанной форме отливают теперь гипсовую модель. Первую порцию гипса быстро выливают обратно и снова заполняют до образования плотной отливки. Форму при этом сильно встряхивают и постукивают. После схватывания гипса форму скалывают с помощью тупого долота, молотка и плоскогубцев. Обычно куски снимаются вместе с проволокой. Сколотые куски выбрасывают. Поврежденные в гипсовой модели места подправляют и уточняют медленно схватывающимся гипсом.

С такой модели можно снять форму, пригодную для изготовления керамического изделия (обычно многокусовую), которую можно размножить, если в этом имеется необходимость.

Если нужны лишь один-два экземпляра, скажем, уникальной крупной скульптуры, выполненной в керамике, то более выгодно не делать мелких кусков с таких частей, как глаза, уши и др., а подмазывать их пластилином или глиной. Затем возможны доработки их на изготовленном из керамического материала сыром изделии, что выполняет, естественно, скульптор.

3. Размножение простой формы и изготовление капов

При серийном выпуске изделий требуется много одинаковых форм. Рассмотрим получение их на простом примере размножения



Рис. 120. Схема формы и капа

a — цилиндрическое окружение; *b* — форма; *a* — кап в сборе
1 — кожух; 2 — модель

форм с модели, имеющей конфигурацию колокола, — чашки, кашпо или подобных.

Смазанную модель окружают цилиндром, диаметр которого больше, чем наиболее широкая часть модели, а высота превышает высоту модели. Приготовленный гипс заливают в пространство



Рис. 121. Модель и маточная форма



Рис. 122. Обточенный кожух (с шарниром) и маточная форма



Рис. 123. Кожух, форма и изготовленная в ней модель с «полотном»



Рис. 124. Модель и кожух в сборе

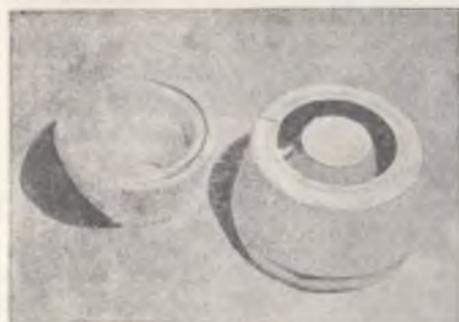


Рис. 125. Кожух (слева), кап для кожуха (справа)



Рис. 126. Переводной кап (слева), модель с «полотном» (справа)

между моделью и цилиндром, и после схватывания гипса отливку обтачивают на конус примерно по конфигурации модели. Освободив после подсушки отливку от модели, получают целую форму, внутренняя поверхность которой представляет собой точную копию первичной модели; на производстве ее называют **м а т о ч н о й (м а т р и ч н о й) ф о р м о й**. Эта единичная форма может служить и рабочей формой. Чтобы легко получить большое количество рабочих форм, надо изготовить для них **р а б о ч и й к а п**. Для этого смазанную маточную форму снова, немного отступя от краев, окружают цилиндром, а затем заливают гипсом вровень с его высотой. Заливая гипс в пространство между моделью и кожухом, получают **р а б о ч и е ф о р м ы** (рис. 120). На производстве используют и **м е т а л л и ч е с к и е к о ж у х и**.

Иногда, в зависимости от конфигурации модели, необходимо, чтобы подобная форма состояла из двух, трех и даже больше кусков. Тогда выточенную форму распиливают, например, на две части. После обработки одну часть прикладывают к модели и с помощью кожуха приливая гипс, изготавливают второй кусок формы, позволяющий освободить из формы отформованное изделие.

Для производственных целей недостаточно иметь один кап для размножения форм. Поэтому приходится размножать и составные части капа (кожух и модель). Сказанное иллюстрируется рис. 121—126. Имея много таких моделей и кожухов, можно изготовить большое количество одинаковых форм, что и необходимо на производстве.

На некоторых заводах износостойчивость гипсовых форм повышают путем обработки их наружной поверхности 2%-ным раствором поливинилового спирта и последующей сушки при 60° С.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

ПРИМЕРЫ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ И САДОВО-ПАРКОВОЙ КЕРАМИКИ

В наше время архитектурно-строительная керамика стала наряду с другими строительными материалами неотъемлемой частью жилищного строительства. Она применяется в весьма разнообразных строительных конструкциях: для кладки стен, облицовки и декорирования наружных и внутренних частей здания, возведения перекрытий, для кровли, для садово-парковых украшений, не говоря уже о специальной санитарно-технической керамике, идущей для устройства ванн, умывальных столов и т. п.

По своим архитектурным достоинствам и по долговечности керамика превосходит многие другие материалы.

Весьма декоративна и практична так называемая садово-парковая керамика, к сожалению еще мало внедряемая в наши сады и парки.

1. Фасадные облицовочные керамические материалы

Кирпич и камни (лицевые). Фасадные материалы разделяются на мелкоштучные и крупноразмерные изделия. К первым относят изделия, по размерам соответствующие обыкновенному строительному кирпичу ($250 \times 120 \times 65$ мм), хотя они могут иметь различную форму и фактуру поверхности. Ко второму виду относят блоки, плиты и камни, имеющие кратные размеры по отношению к кирпичу, что дает возможность увязывать их с обычной кирпичной кладкой.

Рядовой лицевой кирпич может быть как гладким с прямоугольными гранями, так и профильным (фасонным); последний используется для выкладки архитектурных деталей, карнизов, дверных проемов и т. п. (рис. 127).

Как рядовой, так и профильный кирпич делают сплошным и пустотелым. Последний называют иногда эффективным; он имеет пустоты, щели, дыры: горизонтальные и вертикальные.

Кроме стандартных пустотелых камней, изготавливают камни специального назначения: для сооружения оград, перегородок и др. (рис. 128). Лицевые кирпичи и камни используют не только для

кладки наружных стен, но и для блоков и так называемых виброкирпичных панелей.

Путем различного расположения даже обыкновенного кирпича, например выдвигания и утапливания их в кладке плоскости стены, а также посредством

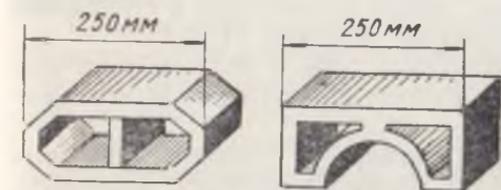


Рис. 128. Камни для оград и перегородок

различных способов перевязки и разных швов кладки можно достигнуть весьма декоративного оформления фасада здания. Швы кирпичной кладки имеют не только конструктивное, но и декоративное значение, особенно окрашенные швы. Используя светотени, можно придать стенам известную величественность.

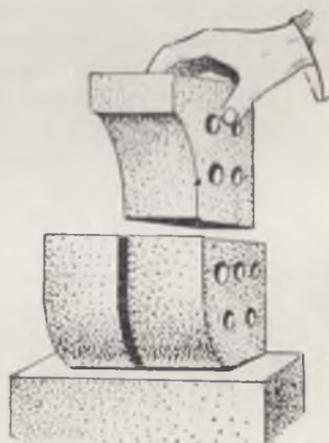


Рис. 127. Архитектурная деталь «гусек»

Фасадные плиты. Элементы облицовки должны быть всегда кратны модулю кладки стен, иметь хорошие пропорции и давать возможность варьировать ими при надежном закреплении их в кладке.

Одно время широко применялись для наружной облицовки плиты МП и МК светлых тонов. Практика изготовления и применения закладных плит МК показала их некоторую нетехнологичность и конструктивную недостаточность, поэтому в настоящее время их заменили иными типами (рис. 129).

Малогобаритные фасадные плитки. В крупнопанельном строительстве облицовка панелей плитками ($240 \times 65 \times 10$ мм) осуществляется на домостроительных комбинатах (ДСК). На тыльную сторону плиток, уложенных в поддон металлической формы, укладывают арматуру, затем бетон, а после пропаривают.

Плитки значительно меньшего размера ($48 \times 48 \times 4$ мм) относят к так называемой ковровой керамике. Они также идут для облицовки панелей, но поставляются наклеенными на бумажную основу в виде «ковров» размером от 500×600 до 600×800 мм. Эти плитки отличаются от мозаичных плиток, применяемых для внутренней облицовки стен тем, что они более морозостойчивы и механически прочны. В на-

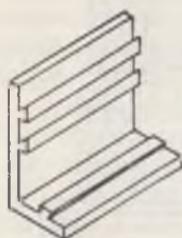


Рис. 129. Рядовая Г-образная плита

стоящее время ведутся работы по укрупнению «ковров» и уменьшению размеров плиток до $25 \times 25 \times 3$ мм и менее.

Шихта для фасадных облицовочных плит составляется, например, из 50% глины (часовъярской) и 50% шамота (той же глины) по объему. Влажность массы — примерно 20%.

Формование блоков плит производится с помощью мундштучного вакуум-пресса (см. рис. 161, в). Высушенные изделия имеют остаточную влажность 7—8%. Обжиг можно производить в туннельной печи (см. рис. 164, е) при температуре не ниже 1150°C .

Сдвоенные плиты в виде пустотелых блоков после обжига раскалывают при помощи зубила и молотка на отдельные плиты и механически обрабатывают.

Керамические архитектурные детали. В строительстве они используются для оформления тяг сложного профиля, капителей, карнизов, а также как вставные детали (например, панно, статуарная керамика) или как садово-парковая керамика. В сравнительно недавние годы были разработаны 24 типа архитектурных деталей постоянного профиля, сочетание которых дает возможность весьма разнообразно оформлять фасады зданий. Изготовление подобных деталей осуществляется в основном механизированным способом, но не исключено и ручное формование, когда возникает потребность в изделии с некоторым отклонением по форме и внешнему

виду от стандарта (рис. 130). Эти изделия в основном изготавливаются из пористой керамики.

О механизированном и ручном изготовлении архитектурных деталей. Глинистая часть шихты, если необходимо корректировать ее свойства, составляется из двух-трех глин. Например, к кудиновской глине добавляют часовъярскую, латненскую, артемовскую. В качестве отощающего материала чаще всего применяют шамот.

Формление изделий обычно осуществляют двумя способами: пластическим формованием и полусухим прессованием.

Способом пластического формования изготавливают изделия из масс с влажностью 17—22%. Сырец получают путем протяжки с помощью ленточного вакуумпресса.

При полусухом прессовании порошок увлажняют до 7—14% влажности, и из хорошо смешанной массы штампуют под большим давлением (250 кг/см^2 и выше) изделия, которые несколько досушивают перед обжигом.

Конкретными шихтами для изготовления архитектурных деталей могут служить (в %):

- а) кудиновская и артемовская глины — 55; кудиновский шамот — 45;
- б) кудиновская, латненская и часовъярская глины — 50; кудиновский шамот — 50.

В последнее время в целях экономии широко внедряются в производство механизированные способы напрессовки окрашенной лицевой поверхности.

При наиболее высокой температуре (около 1150°C) обжигаются изделия, изготовленные из огнеупорных глин типа часовъярской. Другие глины, например кудиновская, обжигаются при более низкой температуре ($\sim 1000^\circ \text{C}$).

Сложные архитектурно-керамические детали, трудно поддающиеся механизированному способу производства, изготавливаются в основном в кусковых гипсовых формах различным способом (работу с гипсом — см. гл. 15). Ручное изготовление крупных архитектурных деталей подробно описано в книге «Архитектурная терракота»,* которой следует руководствоваться при изучении вопроса.

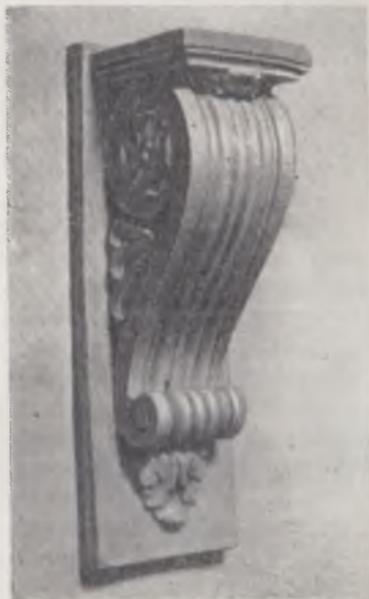


Рис. 130. Архитектурно-строительная деталь, $H = 40 \text{ см}$ (учебная работа ЛВХПУ, литье)

* Филиппов А. В., Филиппова С. В., Брик Ф. Г. Архитектурная терракота. Гос. арх. изд-во СССР, 1941.

2. Керамические материалы для внутренней облицовки

Стенная фаянсовая плитка получила свое развитие от глиняных плит, которые уже персидские гончары, еще в IX веке, изготавливали и применяли для культовых сооружений. Раскопки 1907—1908 гг. дали богатый материал о наличии изразцовой облицовочной керамики на Киевской Руси в X—XII веках.

Изразцы и изразцовые плитки (декоративные). Между понятиями «изразцы»* и «изразцовые рельефные плитки» (обычно майоликовые) резкой грани провести нельзя. Те и другие используются в основном для внутренней облицовки и декорирования, хотя в старину (XVII в.) создавали наружные изразцовые наличники, фризы и другие декоры.

Для облицовки печей и каминов применяли и сейчас применяют специальные плитки-изразцы, имеющие на тыльной стороне крупный замкнутый борт-румпу. Такой изразец напоминает коробку без крышки. Румповое пространство заполняется строительным раствором для крепления в кладке и создания дополнительной теплоизоляции. Изразцовые же плитки с тыльной стороны имеют обычно упрочняющие «ребра» (перемычки) меньшей высоты, чем румпа.

Художники часто встречаются с необходимостью реставрации исторических помещений, когда требуемое количество изразцов или плиток исчисляется единицами, причем они имеют весьма нетипичные формы, а иногда и сложный профиль вследствие чего формовать их на заводе экономически нецелесообразно. Поэтому работа с изразцами должна быть хорошо освоена учащимися-художниками.

Ручное изготовление изразцов доступно изложено в книге «Производство изразцов и облицовочных плиток.»**

О формировании изразцовой облицовки лепкой. Этот способ дает возможность художнику претворить в жизнь различные творческие замыслы.

Для изготовления, например, декоративной облицовки круглых печей (немецких) в свое время применялся большой вращающийся круг, ось которого доходила почти до потолка. Композиция облицовки печи представлялась чертежами, согласно которым нарезались отдельные пласты из глиняной массы. В слегка окрепшем состоянии пласты заглаживались циклей и предварительно прорабатывались ручной лепкой. Намечались и нарезались мосты крепления (перемычки) пластов, которые укреплялись и дорабатывались с помощью лесов.

После монтажа печное покрытие в сыром виде разрезалось на части и разбиралось. Если детали не подвергали ангобированию, то их направляли в удельный обжиг, затем глазурировали и вновь обжигали.

* Слово «изразец» произошло от древнего «образец», «образить» — придать красивый вид, украсить.

** Ч и к и л ь д и н С. А. Производство изразцов и облицовочных плиток. Росгизместпром, 1953.

Примером формирования нестандартных изразцов лепкой может служить учебная композиция (панно), собранная из отдельных разрезанных частей, показанная на рис. 131.

О формировании изразцовых плиток тарелочного или чашеобразного вида. Такие изразцы изготавливаются обычно с участием скульптора по изготовленной им модели. Ее выполняют на гипсовой основе, на которой лепят из пластилина или глины задуманные форму и декор. Как и в гладких изразцах, модель предусматривают больших размеров, чем размеры изделия в натуре. С готовой детали следует снять гипсовую форму и рабочую модель (см. гл. 15).

Декорирование изразцов.

Если используют прозрачную глазурь, то изделия предварительно поливают «облагороженным» составом, т. е. белым или цветным равномерно окрашенным ангобом. Иногда сверху наформовывают беложгущую или цветную массу. Рассмотрим некоторые способы декорирования изразцов.

1. Изразцы обливают хорошо подогнанным по свойствам ангобом. После высушивания на поверхности изделия образуется тонкая пленка глинистого шлама толщиной 0,2—0,3 мм. Поверхность можно гравировать процарапыванием и иными способами.

2. Если изразец задуман с сильно развитым орнаментом, то сперва на дно формы накладывают верхнюю массу, находящуюся в несколько разжиженном состоянии, а затем уже — основную формовочную.

3. На изготовленный пласт намазывают рукой слой ангобного теста толщиной 3—4 мм, разравнивают его циклей или деревянной дощечкой, а затем проглаживают губкой. Эту заготовку заформовывают в гипсовую форму от середины к углам вручную.

Во всех указанных случаях важно обеспечить: а) равные коэффициенты расширения соединяющихся масс, б) сходные процессы высушивания, в) совпадающие усушку и усадку. Чтобы соблюсти эти условия, необходимо делать предварительные пробы и помнить о следующем:



Рис. 131. Пример формирования изразцов лепкой (учебная работа ЛВХПУ)

М
С
М

1) уменьшение сокращения от высушивания достигается применением глин с незначительной усушкой или увеличением добавок отошающего материала: песка, полевого шпата, измельченного шамота, мела, фарфорового боя;

2) увеличение коэффициента расширения получится благодаря введению известковых добавок (мела) и более тонкому помолу кварца.

Окрашивание кроющих ангобных масс производят путем добавления в белую массу красящих окислов металлов или других пигментов (см. гл. 18). Для окрашенного покровного слоя светложгущегося изделия желательно использовать ту же глину, которая использовалась для изготовления черепка.

Красители должны быть весьма тонко измельчены и находиться в шликерном состоянии. Для кобальтового шликера можно взять некоторые его соли: карбонат кобальта, фосфорнокислый кобальт и др. В отдельных случаях соответствующую растворимую соль осаждают непосредственно в массе с помощью соды.

Изразцы покрывают как глазурью, так и эмалью — обычно легкоплавкого состава, в который входят соединения свинца, буры, соды, поташа и другие плавни. Температура разлива составов находится в пределах 1000°C (см. гл. 19).

Окрашивание керамических масс. На примере фасадной керамики, применяемой на стройках Киева, можно наблюдать, как небольшие примеси даже малораспространенных элементов, а не только железа или марганца, придают ее окраске своеобразные оттенки. На окраску черепка влияет также и среда обжига (окислительная или восстановительная).

Если нужно изменить природную окраску массы, красители вводят или во всю шихту при ее смешивании и обработке, или окрашивают только поверхность изделия. К сожалению, дешевых и природных красителей не так уж много; в основном это марганцевая руда и хромистый железняк, используемые соответственно для придания керамике коричневатых и серых тонов. Для получения других цветов приходится окрашивать лишь поверхность изделий.

Одним из условий, обеспечивающих равномерный тон окраски, является предварительное тонкое измельчение красителя, которое контролируется ситом 3600 отв/см^2 и тоньше. Если задуман особый декоративный эффект, можно допустить введение крупноизмельченного красителя, например в светлую шихту добавить крупку соединений марганца; после обжига это даст произвольный и своеобразный декор, состоящий из черных точек.

Тонкоизмельченный краситель вводят в суспензированном виде, смешивая его с частью или всей глинистой массой при мокром их измельчении. После этого массу обезвоживают.

При оформлении изделий методом литья к измельчаемому шамоту или другим отошающим материалам добавляют шликер, состоящий из глины и красителя, и все вместе перемешивают при мокром помолу. В некоторых случаях во время помола шихты добавляют 2—3% с и л и к а т-г л ы б ы (силикат натрия, растворимое стекло).

Красители, особенно медные, при этом дают более определенные окраски, так как во время обжига происходит большее, чем обычно, офлюсовывание черепка.

При окрашивании лишь поверхности изделия его можно занульверизировать, когда оно находится в кожетвердом состоянии, применяя для этого не только красящие окислы, флюсы и руды, но и растворимые соли.

На сырое изделие можно нанести также и сухой порошкообразный краситель с помощью сжатого воздуха. При применении солей белый песок смачивают раствором красящей соли и высушивают. Такими порошками можно обсыпать смоченные водой деревянные формы, если требуется изготовить сложное изделие ручным методом. Подобные работы по окрашиванию фасадного силикатного кирпича (белого) механизированным способом с применением органических красителей ведутся ЛенЗНИИЭП.

Чем больше введено красителя, тем, естественно, выше интенсивность цвета. Но во многих случаях это сказывается на прочности сцепления верхнего слоя при обжиге, так как с вводом большого количества красителя изменяется температура спекания массы, а следовательно, и эксплуатационная прочность окрашенного слоя, зависящая от термической согласованности масс; особенно это относится к тугоплавким красителям, смешанным с песком.

Хорошим и дешевым осветлителем керамического черепка является известь (пушонка). Способность ее к осветлению связана не только с простым разбеливанием, но и с химическим взаимодействием железистых глин с известью, что дает соединения более светлого тона. Количество дешевого красителя в наносимом слое может доходить до 15—20%.

Механизированное изготовление «фаянсовых» плиток. Керамические заводы изготавливают квадратные, прямоугольные и фасонные плитки. Квадратные плитки бывают следующих размеров (в мм): 150×150 ; 100×100 и 75×75 ; прямоугольные: 150×100 и 150×75 , а прямоугольные пояски: 150×25 . Толщина их находится в пределах 4,5—5 мм, и только некоторые, например плитусные, делаются несколько толще. Промышленными способами можно изготовить плитки толщиной 3 мм. Вес 1 м^2 таких плиток размером 150×150 мм равен примерно 11 кг. Плитки, называемые фаянсовыми, занимают промежуточное место между фаянсом и фарфором.

Отечественной промышленностью выпускаются также специальные фасонные плитки, т. е. встраивающиеся детали: плитка-мыльница, плитка-крючок и т. п. (рис. 132).

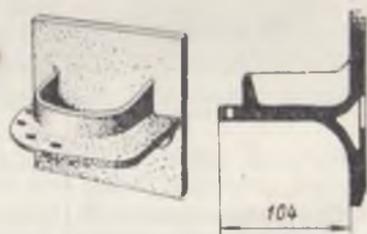


Рис. 132. Встраивающаяся деталь: плитка-мыльница

Современное механизированное изготовление облицовочных плиток связано главным образом с полусухим прессованием.

Примерные составы масс, применяемых для производства плиток, приведены в табл. 17.

Исследованиями последнего времени установлено, что для повышения белизны товара вместо засоряющегося железом и другими примесями обогащенного каолина и кварцевого песка можно вводить необогащенный каолиновый сырец.

Так как в состав масс для плиток часто входят камневидные материалы и плиточный бой («череп»), то для их измельчения используют бегуны (см. рис. 157, б). После измельчения и просеивания боя его дозируют совместно с кварцевым песком и производят мокрый помол в шаровых мельницах. На сите 10 000 *отв/см²* может быть остаток в 2—3%.

Т а б л и ц а 17

Материальный состав масс, %

Сырьевые материалы	Массы	
	первая	вторая
Дружковская глина . .	28	26—28
Просняновский каолин (сырой обогащенный) . .	20	30—31
Люберецкий песок . . .	16	18—26
Бой (неглазурованный)	10—16	15—25
Обожженный каолин . .	20—26	—

По окончании помола слив для удаления железа и магнитных фракций пропускают через электромагниту.

В сборнике, оборудованном мешалкой (см. рис. 159), распускают глинистые материалы и добавляют к ним тонкоизмельченный слив камневидных материалов при тщательном и постоянном их смешивании.

Жидкая масса (60—65% воды) обезвоживается с помощью фильтрпресса (см.

рис. 160) и получается в виде коржей («прянков»), содержащих 20—25% влаги (пластическое состояние). Подсушенные до 8% влажности изрезанные коржи размалывают в порошок на специальных бегунах. После просеивания разнородного по величине зерен порошка через сито 64 *отв/см²* он поступает в бункер хранения.

Плитки из масс можно прессовать на прессах разных конструкций. Для этого пригодны так называемые фрикционные прессы (см. рис. 162, б), коленорычажные и др. Для изготовления метлахских клинкерных половых плиток, которые должны иметь минимальную пористость, чаще применяют гидравлические прессы высокого давления (см. рис. 162, а).

После прессования в стальных формах плитки автоматически зачищают от заусениц. Затем они направляются в сушила (см. рис. 163), где сушатся при температуре 80—110° С.

На заводах плитки изготавливают как однократным обжигом, используя так называемое с у х о е с м е ш и в а н и е компонентов, так и двукратным, когда массу подготавливают из коржей с фильтрпресса. При однократном обжиге после сушки плитки глазуруют с помощью пульверизатора, затем подсушивают в лен-

точном конвейерном сушиле и обжигают в туннельной печи, устанавливая их на ребро в капсулах или кассетах.

Приготовление массы мокрым способом связано обычно с первичным обжигом без глазури. За первые 20—24 ч температура обжига плиток в туннельной печи достигает около 1250° С, а затем начинается охлаждение. После первичного обжига и «перезвона» (проверка наличия трещин ударом палочки) плитки направляют на глазуровочную машину.

В последние годы на заводах Советского Союза, Италии и Франции разработаны способы конвейерного оформления плиток методом литья с однократным обжигом. Плитки эти обычно небольшие: от 20 × 20 до 46 × 46 мм, толщиной 1,5—3 мм. Слой шликера наливают в особые формы и после частичного обезвоживания нарезают на указанные размеры.

Глазурование уфельных плиток производят методом полива на конвейерной машине, в которой плитки, попадая под щель питания, равномерно обливаются жидкой глазурью. К концу пути по транспортеру плитки подсыхают и направляются для загрузки в капсулы на вторичный обжиг (политой).

В нашей стране распространены в основном белые настенные плитки, покрытые сравнительно легкоплавкой глазурью, но изготавливаются и цветные. В ГДР цветные плитки делают иногда путем крытья глазурного грунта второй глазурью посредством губки. При оплавлении глазури втекают одна в другую, образуя оживленную произвольным рисунком поверхность стеновой плитки.

Ниже дан примерный состав бесцветной фриттованной глазури:

Ф р и т т а , %		Г л а з у р ь , %	
Полевой шпат	22,40	Фритта	85,15
Кварцевый песок	26,10	Кварцевый песок	5,68
Мел	10,26	Черепок уфельный	1,57
Каслин	4,02	Каолин	7,60
Бура кристаллическая	19,41		
Сурик свинцовый	17,79		
Кобальт серноокислый	0,02		

Глазурь измельчают до остатка на сите 10 000 *отв/см²*, равного 0,05—0,07%. Температура плавления 1120—1140° С.

Во многие глазури вводят окись цинка. Для цветных глазурей, применяющихся реже, разработана обширная палитра красок.

Плитки с белой глазурью обычно загружают в капсулы вертикально, и только плитки с цветными глазурями можно обжигать в горизонтальном положении.

Если используются так называемые многоканальные печи, то плитки проталкивают в них без капсул и кассет. Режимы политого обжига плиток в туннельных печах отечественных заводов несколько отличаются друг от друга, но в общем могут быть охарактеризованы температурами обжига 1120—1180° С и продолжительностью в 32—36 ч.

Облицовочные плитки могут быть декорированы с помощью трафарета, ручной живописи или другим видом декора (см. гл. 10 и 20) подглазурным методом.

3. Механизированное изготовление плиток для полов

Коврово-узорчатые и мозаичные плитки. Плитки для полов (табл. 18) отличаются от фаянсовых (облицовочных стеновых) тем, что они обладают каменным малопористым черепком с водопоглощением в основном не выше 4%, не глазуруются и лишь при необходимости масса их прокрашивается. В зависимости от метода приготовления масс они могут состоять из единой глинистой смеси, или быть наслоенными, когда на основную массу напрессовывают более тонкий, целиком окрашенный или рисунчатый поверхностный слой толщиной 3—5 мм. Такие плитки применяют не только для настила полов, например, в банях, эксплуатирующихся в весьма трудных влажных условиях, но и в вестибюлях клубов и театров, когда одновременно решаются задачи декоративного и архитектурного значения.

Плитки выпускаются следующих геометрических форм: квадратные, прямоугольные, шестигранные, пятигранные, половинки шестигранных и др., а кроме того, — плитусные плитки для обрамления пола: прямые и угловые. В зависимости от площади каждой плитки ее толщина находится в пределах 10—13 мм. В последнее время стали выпускать и более тонкие плитки — толщиной 8 мм. Распространенные размеры основных форм плиток по длине и по ширине: 100 или 150 мм. Отечественная промышленность выпускает половые плитки 15 типов.

Лицевая поверхность плиток не всегда гладкая; она может иметь тисненый рельеф. Это делается не столько для декорирования, сколько из соображений специфики назначения плиток, чтобы уменьшить скольжение.

В ГДР изготовляют квадратные плитки для лестниц размером 170 × 170 мм, толщиной 23 мм. Для уменьшения опасности скольжения, помимо ребристых и бугристых плиток, добавляя в массу карборунд, получают «шершавые» плитки. В Советском Союзе плитки с рифленой лицевой поверхностью изготовляют по особому заказу.

Плитки могут быть одноцветными и многоцветными (коврово-узорчатыми) с рисунком и без него. На отечественных заводах изготавливают также малые мозаичные плитки, из которых тут же составляют орнаментированные карты (плитки, наклеенные на крафт-оберточную бумагу), позволяющие осуществлять коврово-мозаичный настил (рис. 133). Размеры квадратных мозаичных плиток — от 23 до 48 мм, толщина 6—8 мм.

В ГДР изготовляют весьма небольшие плиточки для так называемой малой мозаики; это камешки размером 10 × 10 мм,

применяемые для украшения ниш, зимних садов, для выстилки бассейнов, для изображения геральдических знаков и пр. Мозаичные камешки изготовляют не только из каменного товара, но и из фарфора с матовой или блестящей поверхностью. Последние делают четырехугольными (18 × 18 мм и больше), шестиугольными (25 × 29 мм и больше), с круглым разрезом (35 × 35 и больше), со звездчатым контуром (40 × 35 мм). Они также наклеиваются как готовый орнамент на карты самим заводом-изготовителем, и их остается лишь прикрепить к декорируемой поверхности.

Часто для художественной керамической мозаики требуются камешки весьма разнообразной формы. Для этого заготавливают пластинки толщиной 6 мм, длиной 140—150 мм и шириной 8—20 мм. Затем их посредством молотка и зубила раскалывают на небольшой наковальне. Если пластинки глазурованы, то при этом глазурь частично откалывается, в результате чего возникают дефекты на мозаичной поверхности. Поэтому для высокохудожественных работ пользуются пластинками, отдельно глазурованными.

Для изготовления каменных плиток (метлахских) применяют тугоплавкие и огнеупорные глины с высоким содержанием глинозема (Al_2O_3), доходящим до 33% в прокаленном материале. Необходимым качеством таких глин является большой интервал между температурой спекания и температурой начала деформации. Известная огнеупорная часовьярская глина

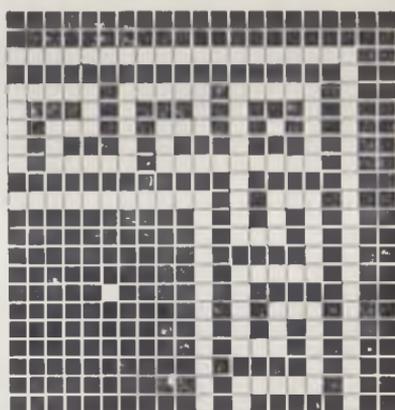


Рис. 133. Фрагмент пола из карт ковровой мозаики

Таблица 18

Примеры составов масс для половых плиток

Номер массы	Сырьевые материалы	Содержание	Цвет после обжига
1	Глина часовьярская или дружковская	100	Белый
2	Глина николаевская серая	100	Желтый
3	Глина дружковская	87	Черный
	Пирролизит	3	
	Окись железа	10	
4	Глина николаевская	47	Зеленый
	Глина дружковская	47	
	Глина никифоровская	4	
	Кобальтовая фритта	2	

имеет большой интервал: спекание — деформация, а, например, кембрийская (ленинградская) — весьма малый.

Каким бы методом не приготавливалась масса (пластическим, шликерным), для плиток во всех случаях надо перейти к полусухой порошковой массе с влажностью 7—9% (пресспорошок), так как она будет формироваться на прессах высокого давления (кроме облицовочных малых плиток, изготовляемых литьем). При использовании таких глин, как никифоровская, дружковская и других однородных, имеющих достаточно большой интервал спекания, — пригоден способ полусухой подготовки. Он прост и предусматривает лишь дробление глины, помол и просеивание.

При использовании нескольких глин, а также при вводе весьма большого количества отощающих и камневидных материалов целесообразно применить все же шликерный способ, обеспечивающий хорошее смешение распущенных глин с измельченными в шаровых мельницах камневидными материалами с большим количеством воды (55—65%). Эту смесь (суспензию) обезвоживают на фильтрпрессах до влажности 22—24%, а затем с помощью ленточного пресса получают так называемые в а л ю ш к и, которые подсушивают и дробят. Можно также сразу резать массу (к о р ж и) на коржержке, а затем их сушить.

Каменные плитки прессуют из пресспорошка на гидравлических, фрикционных и других прессах под давлением 250—300 кГ/см^2 и выше.

Коврово-узорчатые большие плитки изготовляют с помощью форм, в которые вставляют ячеиковые шаблоны, заполняемые различно прокрашенными массами.

Малые мозаичные плитки прессуют в многоместной форме, число мест в которой в зависимости от пресса и размера плиток доходит до тридцати пяти.

Наиболее эффективна сушка плиток, уложенных стопками по 20—35 шт., на этажерках печных вагонеток, на которых они направляются в обжиг без перекладки, с влажностью 2%. Обжиг плиток производят при температуре 1100—1200° С в туннельных и газокамерных печах. В последних плитки в основном обжигают в капселях.

Мозаичные плитки можно сбжигать в капселях в периодически действующих печах (см. рис. 164, б и в). После обжига их наклеивают в соответствии с заказанным рисунком на плотную бумагу размером 0,4 × 0,6 м.

Изложить методы и приемы изготовления всех видов архитектурно-строительной керамики в сравнительно кратком пособии не представляется возможным.

Область применения керамики с каждым годом расширяется. Появляются новые ее виды; например, керамисты работают над технологией изготовления керамических радиаторов для отопления помещений и др. На некоторых заводах освоили механизированный способ литья плиток небольшого размера, что позволило расширить

их производство. Будущность архитектурно-строительной керамики представляется весьма широкой, поэтому учащемуся керамисту-художнику надо быть готовым к ее освоению и умелому применению.

4. Формование керамической скульптуры лепкой

В соответствии с замыслом архитектора иногда возникает необходимость установить статуарную или другую скульптуру из керамики, либо соорудить фонтан, штакетник, ограду, дополняющие архитектурный ансамбль. Эти предметы размещают в прилежащих к зданию садах, скверах и парках. Изготовление керамического штакетника, деталей ограды и т. п. связано с более производственным или полупроизводственным серийным их выпуском и может быть осуществлено одним из способов архитектурно-строительной керамики. В СССР большие работы по ее изготовлению и применению были проведены в Киеве. Что касается керамической скульптуры человека, то она у нас почти полностью отсутствует. А между тем, на состоявшейся не так давно выставке в Бельгии наряду с другими изделиями были показаны образцы садово-парковой скульптуры, часть которой выполнена в реалистической манере. Высота скульптур достигает 4 м (рис. 134). Обычно эти изделия единичны и художественная ценность их весьма велика. Они являются произведениями вааяния.

При овладении учащимися мастерством скульптурной лепки из всех методов керамического формования, пожалуй, наиболее легким будет метод использования оригинала (модели), выполненного из керамической массы без снятия с него формы.

Скульптура головы. После изготовления (лепки) предмета его делают пустотелым. Этот прием позволяет с наибольшей точностью сохранить оригинальность изделия в том виде, в каком оно задумано автором. В самом деле, куски скульптуры, выполненные в форме, имеют все же недостатки то цвета, то в текстуре и напоминают иногда куски горшков или других сосудов. Техника формования



Рис. 134. Садово-парковая скульптура из керамики (выставка керамики в Бельгии)

в многокусковой форме заставляет изменять модель, чтобы иметь возможность легко разбирать форму. При сравнении с оригиналом часто находят недостатки в отчетливости снятой формы. В такой готовой скульптуре видна творческая скованность автора. Поэтому для изготовления, например, головы или бюста и иных скульптурных объемов, не предназначенных для размножения, возможно и нужно применить скульптурный оригинал, сделанный из керамической массы.

Для облегчения сушки и уменьшения усадки керамическая скульптурная масса должна содержать 20—25% тонкого шамота, приготовленного, например, из боя шамотного кирпича, капсулей,

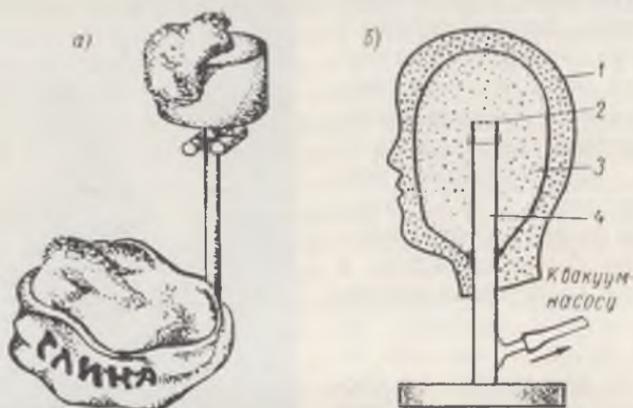


Рис. 135. Временные каркасы для лепки головы: а — деревянный; б — резиновый

1 — керамическая масса; 2 — тонкое сито; 3 — резиновый баллон с песком; 4 — полая труба

боя цветочных горшков или же приготовленного специально. Масса может быть гончарная, терракотовая или каменная.

Каркас (сердечник) для головы делают из деревянной (фанерной) болванки, насаженной на трубу, а в качестве «барашков», предохраняющих глину от оползания, закрепляют на проволоке деревянные брусочки или привязывают к трубе смятую бумагу, остатки которой могут быть выжжены.

Можно также сделать сердечник для головы из резинового мешка, наполненного сухим песком, в котором необходимо создать вакуум (рис. 135). Такой сердечник может быть сжат в какую-угодно форму, а песок по окончании работы можно высыпать через шейку баллона.

При перерывах процесса лепки модель закрывают пластиком или мешковиной, чтобы предохранить ее от преждевременного высыхания.

После окончания лепки и небольшого подвяливания верхушку головы отрезают скрученной вдвойне медной проволокой (рис. 136, а) и удаляют арматуру. Если голова больше натуральных размеров,

то, во избежание деформации от усилий срезания, на верхнюю часть головы можно налить гипсовый кап.



Рис. 136. Срез верха головы медной проволокой (а) и метод укрепления резьбового болта для установки на постамент (б)

Верхнюю и нижнюю части головы делают пустотелыми, выбирая излишек массы специальным шпателем. Стенку оставляют толщиной около 2 см при условии, если скульптура головы имеет не увеличен-



Рис. 137. Настенная пластика. Дипломная работа А. Натаревича (ЛВХПУ имени В. И. Мухомовой)

ные размеры (толщина черепка зависит от зернистости массы). Обе секции покрывают тонким слоем шликера из той же массы и соединяют вместе.

После обжига торцевая часть шеи заполняется гипсом или цементом; в них закрепляется довольно большой резьбовой болт (рис. 136, б).

Готовое изделие (неглазурованное) после закрепления его на постаменте можно слегка пропитать воском. Высокообожженное изделие из каменной массы этого не требует.

Делая голову натуральных размеров, надо тщательно проверить степень усадки массы.

Настенная скульптурная пластика. В качестве примера подобной керамики приведем фрагменты из дипломной работы А. Натаревича, выполненной в керамических мастерских ЛВХПУ (рис. 137).

После частичной сушки до кожетвердого состояния объемная пластика разрезалась на отдельные части. В них путем выбирания массы были созданы полости, а для упрочнения — сделаны керамические перемычки. После окончательной сушки частей их обжигали. Если нужно, то подобные изделия глазуруют и снова обжигают.

При вмуровывании в стену дома отдельные части, как видно из рис. 137, могут объединяться в общую пластику.

Прекрасными примерами скульптурного мастерства в этой области являются известные средневековые пластики.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

ПРОЦЕССЫ УСАДКИ И ДЕФОРМАЦИЯ

Для того чтобы научиться управлять процессами изготовления керамических изделий и уметь достигать повторяемости тех или иных результатов, керамисту необходимо познать природу используемого материала, а также систематически накапливать и анализировать опыт, появляющийся при вдумчивом изучении технологических операций.

Так, например, казалось бы, простая операция — сушка керамических изделий — может стать весьма трудной, если не понять, что происходит при этом с глинистыми частицами и водой. Ведь при сушке не только сокращаются размеры изделия, что само по себе важно как для технических, так и художественных изделий, но часто вследствие этого возникают трещины и деформация черепка. Последнее может оказаться неодолимым злом, если пренебречь природой глинистого материала; то же относится и к обжигу.

1. Вода и материалы (глина — вода и кварц — вода)

На рис. 85 было показано, что глина (каолинит) состоит из тонких пластиночек с двумя плоскими поверхностями. Вода хорошо смачивает глинистые частицы, образуя очень тонкие пленки между

ними. Если посмотреть через микроскоп с сильным увеличением на два глинистых кристаллика, смоченные водой, то можно увидеть картину, представленную на рис. 138, а.

Смачивание делает глину пластичной, т. е. способной приобретать под давлением любую форму и сохранять ее, так как частицы, как при хорошей смазке, легко скользят друг по другу. Благодаря большой поверхности соприкосновения, обусловленной пластичностью глинистых частиц, проникая между ними вода не только «смазывает» их, но и удерживает друг около друга (физическая и химическая суть этого еще недостаточно ясна). Для каждого вида глины характерны определенные усилия, под действием которых поверхностная пленка может разорваться.

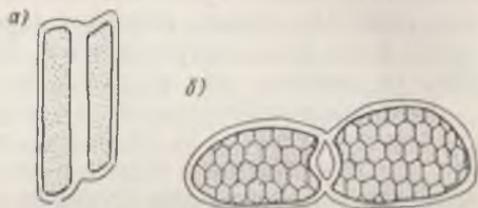


Рис. 138. Две глиняные (а) и две кварцевые частицы (б), разделенные пленкой воды (схема)

Между тем полевошпатовые или кварцевые материалы, как бы мы их не измельчали, при взаимодействии с водой не проявляют такой пластичности и скольжения, как глины, ибо строение их частиц иное. В них также может появиться пленка воды, но она не удерживает их и весьма незначительно «смазывает», ибо точек соприкосновения мало, что видно из рис. 138, б. Добавление упомянутых материалов к глине снижает пластичность массы и уменьшает усадку при удалении воды (сушке).

Между тем полевошпатовые или кварцевые материалы, как бы мы их не измельчали, при взаимодействии с водой не проявляют такой пластичности и скольжения, как глины, ибо строение их частиц иное. В них также может появиться пленка воды, но она не удерживает их и весьма незначительно «смазывает», ибо точек соприкосновения мало, что видно из рис. 138, б. Добавление упомянутых материалов к глине снижает пластичность массы и уменьшает усадку при удалении воды (сушке).

2. Схема удаления воды при сушке и стадии состояния черепка

Высушивание начинается с поверхности изделия при известном перепаде температур между наружными и внутренними слоями черепка, а также при наличии сил, направляющих воду к поверхности, с которой она удаляется: это капиллярные силы. Капилляры образуются из открытых пор черепка. При быстром режиме сушки вода с поверхности изделия удаляется быстро, а вода, находящаяся внутри толщи черепка, как бы отстает в своем продвижении к поверхности. В результате создается перепад в распределении влажности по черепку и, как говорят, градиент влажности становится большим.

Если взять два глинистых пласта толщиной 2,5—3 см, с влажностью, скажем, 20—22% и один из них высушивать до окончательного удаления влаги за 3 ч, а другой — за 30 ч (быстрый и медленный режимы), то при быстром режиме сушки уже через 2 ч ($\frac{2}{3}$ цикла) поверхностный слой пласта будет иметь почти нулевую влажность, а срединные слои — 13—14% влажности. При медленном же высушивании образца через 20 ч ($\frac{2}{3}$ цикла) влажность срединных слоев

может составить примерно 10%, а поверхностных — около 5%. Как видим, при быстрой сушке возникает угроза коробления или разрыва изделия, так как создаются напряжения из-за слишком большой разницы между влажностью срединных и поверхностных слоев черепка. При быстром режиме сушки на поверхности черепка образуется почти сухая плотная корочка (как на хлебе), а так как, рано или поздно, середина черепка все же прогреется, то нагретые пары воды, устремляясь к поверхности, прорвут эту корку, образуя трещину или разрывая все изделие.

На производстве стремятся ускорить сушку, создавая для этого ряд технологических условий (см. ниже), одним из которых, например для толстостенных изделий, является размещение их в горячем, но влажном пространстве (сушилка с контролируемой влажностью), что предотвращает образование плотной корочки, о которой упо-

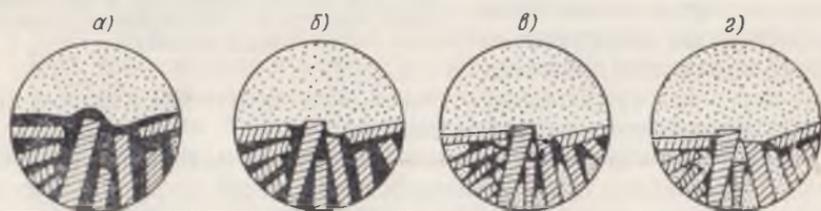


Рис. 139. Схема различных стадий состояния глиняных частиц черепка при высушивании

a — влажная глина; *b* — кожетвердое состояние; *v* — критическое состояние; *z* — «сухое» состояние

миналось выше. Только после прогрева всего черепка можно создать условия для быстрой смены горячего сухого воздуха (до известных пределов).

Что же происходит с частицами и всем объемом глиняного черепка, когда они подвергаются высушиванию? Находящаяся между глиняными частицами вода, испаряясь, начинает стягивать и сближать их между собой до тех пор, пока пленки воды не исчезнут. Но вначале происходит основное сжатие черепка, и он, как говорят, переходит в кожетвердое состояние (рис. 139, *b*). Однако воды в черепке еще много; она остается в различных пространствах, образовавшихся при сближении пластинчатых глинистых частиц друг с другом. Существующие капиллярные каналы нарушаются, образуя почти закрытые воздушные поры (рис. 139, *v*). Удаление воды, таким образом, резко замедляется, и масса черепка находится, как говорят, в критическом состоянии. Первоначально же вода удаляется почти с такой же скоростью, как если бы она находилась вне черепка (рис. 139, *a*). Состояние черепка на последней стадии при его высушивании («сухое») показано на рис. 139, *z*.

После того, как черепок приобретает кожетвердое состояние, размеры его изменяются сравнительно мало, ибо твердые частицы

начинают соприкасаться друг с другом. При окончательном высушивании частицы плотно соприкасаются, тело черепка приобретает весьма заметную прочность. Связь между частицами обусловлена особым рода силами сцепления, возникающими при удалении воды и проявляющимися в нарастании механической прочности высушиваемого изделия.

Когда глинистая масса переходит в критическое состояние, сушка изделий должна производиться под постоянным контролем. Обычно контролируется скорость движения воздуха той или иной влажности над изделиями. При прочих равных условиях с повышением температуры скорость сушки возрастает из-за увеличения упругости пара.

Добавление к глине непластичных материалов, не способных сокращаться, например кварца с частицами различной величины, изменяет картину высушивания. При вкраплении в глинистую массу кварцевых частиц общее количество водной пленки в одном и том же объеме массы уменьшается. Таким образом, уменьшается и усушка, а также облегчается сушка изделия, ибо создаются условия для более легкого выхода воды из черепка. Если усушка пластичной глины может достигнуть 9—10%, то, например, усушка терракотовой массы составляет 2—3%. Естественно, что при этом почти всегда уменьшается прочность высушенного изделия. Но это необходимо, чтобы исключить возможность деформации изделия или образования трещин. Однако коробления, деформации и трещины можно избежать и в весьма пластичной массе, если учитывать все причины, ведущие к этому, и осуществлять соответствующий контроль.

Регулировать общую усадку изделия можно также количеством воды в массе (рабочим влагосодержанием), что зависит от метода формования. Например, массы, содержащие от 4 до 8% воды (сухое прессование), практически почти не сокращаются при сушке.

3. Напряжения, создающиеся при сушке

Почти все причины, ведущие к деформации и трещинам, можно объяснить неравномерным состоянием массы во время сушки. Неравномерность физического состояния смежных участков образуют места, которые охарактеризуем как находящиеся под напряжением.

В последнее время в керамике обращено внимание на деформацию изделий, вызванную особым свойством глинистых частиц — ориентироваться в одном направлении; это наблюдается как в пластичных массах, выходящих, скажем, из мундштука пресса, так и в шликерных.

Если на поверхность затвердевшего гипса налить шликер и получить пласт глины, то по мере высушивания края его поднимутся дугообразно вверх. Дело в том, что одна часть черепка, соприкасающаяся с гипсом (нижняя), будет состоять из довольно правильно расположенных в линию плоских частиц, а другая

(верхняя) — из весьма хаотически расположенных. Если верх будет высыхать с нормальным сокращением, то усушка вдоль нижней поверхности будет несколько меньшей, поскольку количество водяной пленки в нижней части будет меньшим. (Практикам известно, между прочим, что отлитые изделия дают меньшую усушку, чем отформованные из пластичной массы).

Другим примером деформации служит часто наблюдаемый случай, когда отформованную пластическим способом толстую плитку для ускорения сушки помещают на гипсовую пластину; плитку также «поведет» кверху (рис. 140).

Допустим, что сразу после формирования влажность всех слоев плитки равна 23%. На рис. 140, б показаны условия, когда на поверхности плитка имеет 13% влажности, а внизу — те же 23%; из-за неравномерного сокращения плитка покоробится. Из рис. 140, в видно, что с поверхности плитка полностью высохла; приближаясь

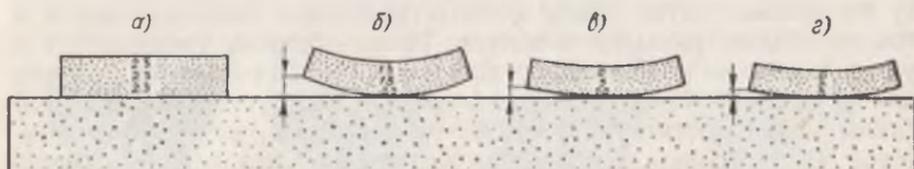


Рис. 140. Деформация плитки, обусловленная неравномерной сушкой (схема)

к этому состоянию, она слегка распрямилась, так как нижняя часть начала сокращаться, а верхние слои еще не стали совсем жесткими. В состоянии, представленном на рис. 140, г, плитка осталась в деформированном состоянии, несмотря на то что нижние слои высохли, ибо верхние слои оказались слишком жесткими, чтобы дать ей полностью распрямиться.

Если напряжения окажутся большими, чем может выдержать глинистая масса, то образуются, кроме того, трещины. Высушивание плитки между двумя гипсовыми пластинами или на крупной сетке помогает избежать этого.

Могут быть и другие причины возникновения напряжений. Достаточно, например, не совсем высушенную плитку поднять за один край одной рукой, как скрытая на первый взгляд деформация проявится затем при обжиге.

Иногда трудно получить прямые декоративные рифления на пластическом теле черепка, если не выполнять их заранее под некоторым углом, что связано с ориентацией частиц. Весьма трудно также отформовать прямую стенку сосуда, если не предусмотреть в форме допуск на втягивание стенки во внутрь или не принять иных мер (наложение груза и др.). Причиной этого часто бывает более медленное высыхание внутренней стороны стенки, чем наружной.

Хорошо и правильно высушенное изделие может, однако, «взорваться» в печи, если не учесть его остаточной и гигроскопической влаги, которая должна быть удалена на первых этапах обжига.

Быстрый начальный подъем температуры приводит к значительному повышению давления паров воды, которые не могут столь же быстро уйти через тонкие поры черепка.

На основе изучения природы глинистых масс, а также взаимосвязи между формой и толщиной стенок керамического изделия и процессами сушки конструкторы разработали весьма разнообразные сушильные устройства, многие из которых уже внедрены в производство. Они позволяют быстро высушивать изделия без брака. Например, при автоматическом формовании изделий их устанавливают вместе с гипсовой формой в сушила с направленным потоком теплоносителя, где весьма быстро высушивают.

4. Напряжения, создающиеся при обжиге

Содержащаяся в глине химически связанная вода (см. гл. 6) начинает заметно испаряться лишь при красном накале изделия ($500\text{--}600^\circ\text{C}$), когда прочность черепка ослаблена и из-за дополнительного его сжатия в нем возможно образование трещин. Поэтому необходимо замедлить скорость подъема температуры обжига. В так называемых карбонизированных составах приходится считаться также с разложением карбонатов, выделяющих большое количество углекислого газа.

При обжиге глинистые минералы, потерявшие химически связанную воду, начинают с повышением температуры (1000°C и более) перекристаллизовываться в совершенно новые минералы, имеющие иную кристаллическую структуру, например в тонкоиглочатый муллит $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. Но при такой температуре возможно начало образования и жидкой фазы, создающей в некоторых видах черепка известную просвечиваемость после окончательного обжига. Даже очень маленькие иглы муллита, пронизывающие стекловатую часть черепка, увеличивают общую прочность изделия, но из-за оптических явлений уменьшают возможную просвечиваемость. Развившиеся длинные кристаллы муллита ($0,01\text{ мм}$ и более) образуют своего рода арматуру для стекловатой части обожженного черепка, но из-за большего коэффициента преломления по сравнению со стеклом просвечиваемость черепка весьма уменьшается. Последнее объясняется наличием не только муллита, но и кварца, газовых включений и др.

При обжиге изделий образуется вязкая жидкость, пронизывающая твердые частицы. В результате развиваются силы поверхностного натяжения, что приводит к уплотнению черепка и уменьшению пористости.

Как при сушке, так и при обжиге изделие сокращается не только линейно, но и объемно. С известным приближением линейное сокращение можно пересчитать на объемное. В зависимости от метода формования, размера частиц, их свойств и других факторов формованное изделие может содержать до 50% объемных пор. Если такое изделие обжечь до нулевой пористости, то оно уменьшится до половины

своего первоначального объема. Так как в массы добавляют материалы, не дающие усадки, то довольно часто объемная усадка определяется в 30—32%, что соответствует 11,2—12,0% линейного сжатия.

Удаление воды, перекристаллизация с образованием стекла и удаление воздуха из пор — являются одними из главных причин дополнительного сокращения изделия при обжиге. Возникающие при этом напряжения только в том случае не приведут к короблению и деформации, если предшествующие операции формования и сушки были выполнены технологически правильно, а последующий обжиг не создал дополнительных причин, ведущих к короблению и деформации.

Обычно хорошо обожженное изделие имеет однородную плотность черепка. Если же при формировании изделия, например, прессованием было допущено неравномерное давление (что часто бывает на практике), то места, оказавшиеся под меньшим давлением, имея меньшую плотность, претерпевают при обжиге большую усадку, что обязательно приведет к заметному короблению. Даже при вполне удовлетворительном проведении предшествующих обжигу операций может произойти деформация, если допустить значительный перепад температур по высоте или ширине обжигаемого изделия (см. рис. 56).

Кроме указанных выше, причинами деформации при обжиге может служить наличие в отдельных местах слишком большого количества жидкой фазы (стекла) при неравномерном смешивании массы. Тогда уже достаточно одной силы тяжести, чтобы привести к отвисанию, например, рук в скульптуре балерины (см. гл. 9).

Несмотря на то, что взаимосвязь причин и следствий деформации при обжиге весьма сложна, тем не менее опытный проектировщик или художник по керамике находит формы, наименее поддающиеся деформации, а самое главное, зная поведение керамических масс при сушке и обжиге, проектируют изделия с соответствующим допуском, что позволяет изготовить их в задуманном виде. Это весьма облегчает технологию обжига.

С деформацией при сушке и обжиге изделий, особенно фарфора, на производстве борются, осуществляя, например, разные способы садки изделий: на бомзы, в спаренном виде, индивидуальную садку с подпорками. Плоские изделия, обжигаемые до частичного уплотнения, укладывают в стопки. Плоские изделия с большой просвечиваемостью обжигают на подсыпке.

5. Усадка и пористость

Процессы сокращения размеров отформованного изделия в значительной мере связаны с изменением пористости черепка (см. гл. 6).

Керамисты применяют примитивный и ориентировочный способ установления открытой пористости* и степени спекания обож-

* В готовом черепке могут быть и закрытые поры, в которые вода не может проникнуть, но они определяются иными способами.

женного черепка. Если к свежему излому черепка влажный копчик языка прилипает (присасывается), скажем, как к меду, то это говорит о том, что черепок весьма порист. Количественное установ-

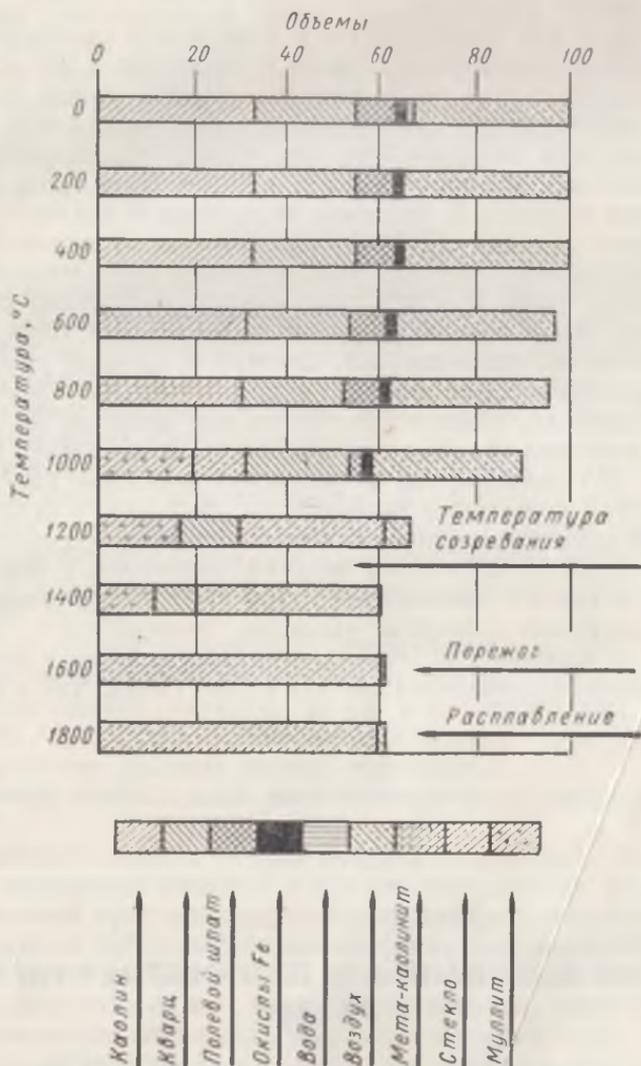


Рис. 141. Пример объемного изменения состава в каменном черепке при нагреве

ление пористости является весьма важным критерием оценки черепка изделия. С его помощью можно установить, является ли черепок каменным, фарфоровым или гончарным.

Во всех случаях желательно, чтобы огневая усадка была возможно меньшей. В известных пределах, не увеличивая сильно

пористость и не в ущерб формуемости массы, к этому стремятся путем добавления в нее шамота или других непластичных материалов. Для различных глин и для разных керамических масс сокращение размеров весьма различно.

Из массы — как литейной, так и пластичной, составленной без учета свойств использованной глины и введенных в нее непластичных материалов, в том числе флюсов, — редко можно изготовить изделия с необходимыми утилитарными качествами. Такие дефекты, как трещины или слишком большая пористость, вследствие чего изделия начинают пропускать воду, и отмеченная выше деформация — частые спутники в практике начинающего керамиста.

Во многих случаях нельзя достигнуть малой огневой усадки черепка. Например, линейная усадка сильно остекловывающегося черепка всегда равна 11—13% при значительно большей объемной. Такие массы, правильно обожженные до созреваия, обычно имеют пористость (по водопоглощению), близкую к нулевой (электрофарфор, высокообожженный фарфор и др.). В то же время усадка скульптурных масс, обжигаемых обычно при довольно низкой температуре, невелика (2—3%), но пористость их достигает 20—22%.

На рис. 141 показано (по Ф. Нортоу) изменение каменнodelьной глины при повышении температуры, связанное с сокращением объема и образованием минералов (метакаолинит — разложившийся каолинит). Судя по количеству воздуха, пористость с повышением температуры сильно уменьшается. При 1400° С она равна нулю, но если допустить слишком высокую температуру — примерно 1600° С, т. е. пережог, то пористость может появиться снова. Эта схема одинаково справедлива как для чистой глины, так и для масс, составленных из нее.

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГЛАЗУРЕЙ И ЭМАЛЕЙ

Для того чтобы получить хорошее изделие, надо досконально изучить свойства тех материалов, из которых его предполагают изготовить.

Ниже приводятся сведения о материалах, с которыми необходимо тщательно ознакомиться керамисту-художнику, прежде чем приступить к самостоятельному глазурованию и декорированию. По мере накопления практического опыта к этим сведениям придется обращаться не один раз и, возможно, находить в них все больше и больше не замеченных раньше полезных данных.

1. Материалы для основных окислов типа $R_2O + RO$ (некрасящих)

Оксид натрия (Na_2O). Вводится в глазурь как наиболее распространенный легкоплавкий флюс, реагирующий с кремнеземом (SiO_2) и многими другими ее составляющими. Из всех основных окислов он имеет один из самых высоких коэффициентов термического расширения и, таким образом, при прочих равных условиях способствует цекообразованию. Образуя силикат, дает меньшую прочность на разрыв и меньшую эластичность, чем многие другие флюсующие окислы.

Источники

Карбонат натрия (Na_2CO_3) — *прокаленная сода*. Белый кристаллический порошок; активный флюс. Вследствие большой растворимости в воде он используется в глазурях лишь после предварительного фриттования.

Бикарбонат натрия ($NaHCO_3$). Может после прокаливания или пересчета заменять прокаленную соду.

Натриевый полевой шпат ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) — *альбит*; *калиевый полевой шпат* — *микроклин ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)*; *кальциевый полевой шпат* — *анортит ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)*. Полевые шпаты в основном представляют собой смесь алюмосиликатов калия, натрия и кальция, с преобладанием того или иного щелочного или щелочно-земельного окисла.

Полевые шпаты практически нерастворимы в воде, а потому не требуют фриттования. Однако эти плавни (флюсы) малопригодны для низкожгущихся глазурей, так как в них содержатся в большом количестве Al_2O_3 и SiO_2 . С увеличением тонкости измельчения флюсующее действие полевых шпатов повышается.

Калиевый полевой шпат дает более твердые глазури, чем натриевый.

Тетраборат натрия — бура ($Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$). Бура может служить источником введения в глазурь двух окислов Na_2O и B_2O_3 . Это бесцветный кристаллический порошок. Бура растворима в воде и представляет собой легкоплавкий флюс, оказывающий действие на все керамические материалы, что позволяет прибавлять ее в небольших количествах и в тугоплавкие глазури, чересчур вязкие для выбранной температуры. Бура имеет отличающееся, например, от свинца действие на красящие окислы в смысле получения того или иного цвета глазури при их введении.

Криолит (Na_3AlF_6). Большей частью применяется в качестве глушителя в эмалях и стеклах и реже — как флюс в глазури.

Хлористый натрий ($NaCl$) — *поваренная соль*. При нагреве и плавлении она улетучивается, не разлагаясь, т. е. в виде паров $NaCl$, а поэтому склонна к улетучиванию и из состава. Иногда добавляется в шихту в качестве «покрышки» для тех составов, в которых содержится много легколетучих.

Азотнокислый натрий (NaNO_3) — *селитра*. Служит для окисления, т. е. предупреждения восстановления, главным образом окислов свинца.

Оксид калия (K_2O). По флюсующему действию похожа на оксид натрия. Но она создает больший блеск в глазури, увеличивает твердость и уменьшает ее текучесть; имеет высокий коэффициент термического расширения. Присутствие окиси калия в окрашенных глазуриях, особенно медных, весьма заметно изменяет их цвет по сравнению с действием натрия. В борносвинцовых глазуриях оксид калия проявляет себя большим плавнем, чем оксид натрия.

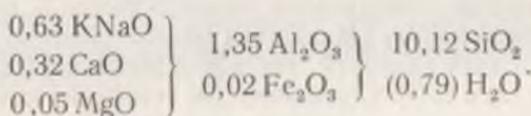
Источники

Карбонат калия (K_2CO_3) — *поташ*. В старину его добывали путем выщелачивания древесной золы. Сейчас — это химически полученный реактив; гигроскопичен. Хорошо растворяется в воде и так же, как карбонат натрия, должен быть фриттован.

При замене свинца, натрия или кальция калием зеленоватые окраски от окиси меди можно изменить в желто-зеленые или светло-голубые:

Калиевый полевой шпат ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$). См. натриевый полевой шпат и другие.

Корнваллийский камень. Является источником получения калия в Англии. Добывается из частично разрушенной гранитной породы. Средний состав его следующий:



Состоит из кварца, полевого шпата, небольшого количества литиевой слюды, плавикового шпата (CaF_2) и других минералов. Введенный в керамическую массу, он менее сказывается на деформации, чем совместно находящиеся в ней каолин и полевой шпат. Так как это естественная «тесная» смесь минералов, то в результате требуется меньший объем флюса; поэтому же массы при обжиге меньше сокращаются.

Корнваллийский камень немного похож на известный китайский камень «петунц», служивший главным составляющим компонентом в китайских фарфоровых массах и глазуриях. Подобен корнваллийскому камню и так называемый *каролинский камень*, применяющийся в Америке. В корнваллийском камне содержится несколько больше окиси калия, чем в каролинском.

Азотнокислый калий (KNO_3) — *селитра*. Служит главным образом для предотвращения восстановления фритт.

Оксид лития (Li_2O). Стала широко вводиться в глазури благодаря работам ГИКИ. Несмотря на то, что в минералах встречается в небольших количествах (4—8%), она получает все большее при-

знание как особый флюсующий компонент. Благодаря меньшему атомному весу по сравнению с натрием и калием литий может вводиться в меньшем количестве без уменьшения флюсующего действия. Его присутствие способствует снижению термических напряжений глазури и стекла.

Источники

Карбонат лития (Li_2CO_3). Является сильным флюсом. В щелочных глазуриях литием можно связать довольно большие количества Al_2O_3 , SiO_2 , CaO и получить прочные глазури; температурный интервал созревания их при этом несколько повышается. При средних температурах созревания глазури литий может быть использован вместо свинца, ибо при таких условиях свинец склонен улетучиваться. В присутствии лития и меди можно получить не совсем обычные голубые тона щелочных глазури.

Сподумен ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$). Даже при умеренных температурах сподумен является активным флюсом. Весьма своеобразные окраски получаются от красителей в присутствии лития и циркония в эмали. При температуре 920°C кристаллическая форма сподумена расширяется. Смесь, состоящая из 60% сподумена и 40% бисиликата свинца в прессованном виде, образует при температуре 1080°C плотный черепок с нулевым сокращением объема. В глазурь желательно вводить сподумен, прокаленный до 1000°C . Для глазури часто применяют так называемый сподуменный концентрат, в котором содержится 4—5% Li_2O .

Окись кальция (CaO). Эта окись не должна применяться в качестве единственного флюса при температурах ниже 1150 — 1200°C . В легкоплавкие глазури она вводится в небольших количествах вместе с другими флюсами. По сравнению с вышеуказанными (щелочными) флюсами она дает глазурь более прочную к истиранию, стойкую против действия пищевых кислот и выветривания. Ей соответствует сравнительно низкий коэффициент термического расширения, что во многих случаях увеличивает прочность на разрыв. Распределенная в тонком виде в черепке, она способствует лучшему сцеплению (адгезии) глазури с черепком. С глиноземом (Al_2O_3) ее избыток дает матовые поверхности. Чистая окись кальция очень огнеупорна (2570°C).

Источники

Карбонат кальция (CaCO_3). Практически нерастворим в воде. Как и многие карбонаты, при нагреве уже ниже 1000°C он разлагается на окись металла (CaO) и углекислый газ (CO_2). При повышенных температурах (более 1000°C) он снижает температуру остекловывания масс и даже уменьшает пористость; способствует получению более прочных силикатов. Как окись оказывает специфическое действие на красящие окислы, особенно на хромовые зеленые.

Доломит [$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, или $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$]. Он широко используется как в стекольной, так и в керамической промышленности.

Колеманит, или *борокальцит* ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Как и многие другие бораты (гидроборатит, ашарит *), часто представляет собой природное гидратированное соединение и не всегда имеет постоянный состав, что затрудняет работу с природными гидроборатами. Бораты кальция малорастворимы в воде и не приводят к свертыванию глазури, как, например, бура. Колеманит и другие бораты все же широко используются в качестве легкоплавких флюсов. Они уменьшают цек, а в некоторых условиях действуют как слабые глушители. Колеманит рекомендуется вводить в те глазури, где необходимо присутствие кальция и нежелательно появление пинковых окрасок или других красных оттенков.

При нагреве до 1000°C бораты почти полностью расплавляются.

Фтористый кальций (CaF_2) — *плавиковый шпат*. В глазури он применяется и как флюс, и как глушитель, но в основном — в стеклах. Его предельная добавка определяется 10%, так как при больших количествах возможно образование не растворимых в глазури силикатов кальция (кристаллического псевдоволластонита). С другими фтористыми соединениями и с глиноземом он образует так называемые эвтектические сплавы (при 810 — 868°C). В зависимости от состава глазури при глушении их шпатом фтористые соединения улетучиваются до 25%. С окислами меди развиваются оттенки необычных синеватых окрасок.

Фосфат кальция — *апатит* [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ или $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$]. Апатит применяют в основном в качестве глушителя. Раньше для этого применяли костяную муку. Природные апатиты очень часто содержат в качестве примесей фтористые соединения, что усиливает их глушащее действие.

Оксид магния (MgO). Из всех оснований, по-видимому, имеет один из самых низких коэффициентов термического расширения. Находясь совместно с щелочными флюсами, эта окись делает глазурь более прочной. В известных комбинациях она обуславливает непрозрачность глазури. В легкоплавких глазуриях оксид магния рассматривается как один из довольно тугоплавких компонентов, но при более высоких температурах она приводит к потечности. Данная окись плавится при температуре лишь около 2800°C . Замена части окиси кальция оксидом магния может уменьшить цек в глазури.

Источники

Карбонат магния (MgCO_3) — *магнезит*. Практически не растворяется в воде. Замедляет подвижность кристаллических и слишком текучих глазурей, а также улучшает адгезию глазури. При температурах ниже 1000°C разлагается на MgO и CO_2 .

* Примерный состав (в %): гидроборатит: B_2O_3 — 45,5; SiO_2 — 2,1; Fe_2O_3 — 5,4; CaO — 12,5; MgO — 9,2; ашарит: B_2O_3 — 18,5; SiO_2 — 14,2; Fe_2O_3 — 4,3; CaO — 16,3; MgO — 19,0.

Сульфат магния ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) — *английская соль*. Растворима в воде. Иногда добавляется для замедления осаждения суспензий фритт и глазурей в количестве, не превышающем 1—1,5%.

Тальк (от $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ до $4MgO \cdot 5SiO_2 \cdot H_2O$). Плотная и более загрязненная разновидность талька называется *стеатитом* и *мыльным камнем*. Применяется в жаростойких глазурях, которые более прочно сцепляются с черепком, содержащим тальк.

Египтяне уже давно (5000 лет назад) применяли стеатит для вытачивания бус и небольших скульптур, покрывая изделия щелочно-помедной глазурью бирюзового цвета (так называемый *египетский фаянс*).

Оксид бария (BaO). В некоторых условиях она проявляет себя как активный флюс и может заменить часть свинца в свинцовых глазурях, которые чувствительны к восстановительной среде. Оксид бария при соответствующем обжиге придает хороший блеск глазурям. Однако баритовые глазури вредны, а потому в производстве их заменили стронциевыми (SrO). Оксид бария действует меньше на термическое расширение, чем щелочи и оксид кальция. Это тугоплавкий окисел с температурой плавления около $2000^\circ C$.

Источники

Карбонат бария ($BaCO_3$) — *витерит*. Обычно его используют в комбинации с другими флюсами, так как при низких температурах он не эффективен и при известных условиях обжига создает матовые текстуры глазурей. При повышенных температурах (более $1000^\circ C$) — это хороший флюс.

Оксид стронция (SrO). Так же, как и оксид бария (BaO), является хорошим плавнем, получившим большое распространение в отечественной промышленности благодаря работам ГИКИ. Присутствие окиси не создает ядовитости, а потому она вводится и в глазури бытового фаянса.

Источники

Сульфат стронция ($SrSO_4$) — *целестин*. Содержит в виде концентрата 50—55% окиси. При фриттовании легко разлагается в присутствии угля (раскислителя).

Карбонат стронция ($SrCO_3$) — *стронцианит*. Для промышленности он менее доступен, чем целестин, так как залежи его редки. Он более удобен в работе, чем сульфат, но в виде синтетического продукта сравнительно дорог. Присутствие стронция в глазурях делает их более твердыми, чем борносвинцовые.

Оксид цинка (ZnO). Является заменителем более растворимых щелочных флюсов. Полезна для образования некоторой непрозрачности и для уменьшения цека. В снижении термического расширения она уступает только окиси магния, а окиси кальция — в увеличении прочности. Этот окисел сильно меняет окраску цветных глазурей.

Источники

Цинкит (ZnO). Синтетическая окись цинка, получаемая путем возгонки металлического цинка, представляет собой белый порошок с желтоватым оттенком. При высоких температурах окись цинка является активным флюсом. С ее помощью получают великопленные кристаллические глазури (см. гл. 19). Если окись цинка используется в высокоглиноземистой, но низкокальциевой глазури без боросиликатных материалов, то ее присутствие приводит к развитию непрозрачности. Введение окиси цинка способствует расширению интервала созревания глазури, а также осветляет окраски и уменьшает коэффициент термического расширения. Иногда вместо окиси цинка применяют карбонат ($ZnCO_3$).

Окись свинца (PbO). Присутствует в декоративных (зарубежных) глазурях как одна из главных легкоплавких составляющих. Во фриттованном состоянии ядовитость свинцовых глазури уменьшается, однако сильно свинцовые глазури все же непригодны для глазурования предметов, идущих под фруктовые и другие пищевые кислоты, и в СССР *запрещены*. Для декоративной керамики свинцовые глазури часто незаменимы, ибо легко соединяются со всеми другими флюсами, а кроме того, дают глазури с более низким коэффициентом термического расширения, чем щелочные.

Свинцовые глазури имеют высокие механические и упругие свойства, но считаются мягкими. Благодаря своей хорошей плавкости и растекаемости они редко дают наколы, характерные для вязких глазури. Однако эти глазури чернеют, если они обжигались в восстановительной атмосфере. Твердость и износостойкость свинцовых глазури увеличиваются при добавлении щелочноземельных окислов и глинозема.

Источники

Карбонат свинца [$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$] — *свинцовые белила*. Представляет собой белый тяжелый порошок. Выделение CO_2 из глазури, при хорошей ее растекаемости, способствует лучшему смешиванию глазурных компонентов по сравнению с рядом других свинцовых соединений.

Окись свинца (PbO) — *глет* и *свинцовый сурик* (Pb_3O_4). Глет представляет собой легкоплавкий ($876^\circ C$) желтый порошок, а сурик — красный. Из-за большого количества кислорода в сурике, чем в глете, красная форма окиси предпочитается глету, так как выделяющийся при разложении кислород препятствует восстановлению свинца.

Сульфид свинца (PbS) — *свинцовый блеск*. Редко применяется при составлении глазури. Однако при желании получить особую текстурную поверхность («газовую»), при специальном обжиге, он может оказать весьма эффективное декоративное действие.

Кальцина ($PbO + SnO_2$). Ее применяют для получения глянцевых глазури (эмалей). Она готовится при совместном обжиге ст

металлического свинца и металлического олова. Соотношение их может быть от 2 : 1 до 6 : 1.

Оксид бериллия (BeO). Вводится в глазурь довольно редко. Бериллий уменьшает вязкость глазурей; он применяется для приготовления некоторых кристаллических глазурей. Способствует уменьшению термического расширения и играет роль плавня.

Источники

Технический продукт, состоящий из 97—98% BeO .

2. Материалы для нейтральных окислов типа R_2O_3 (некрасящих) *

В молекулярной формуле группа R_2O_3 почти ограничена только глиноземом (Al_2O_3) или двумя-тремя другими соединениями, находящимися в малом количестве. Глинозем является неотъемлемой частью прочных глазурей и некоторых стекол.

Оксид алюминия (Al_2O_3) — глинозем. Вводится в глазурь как компонент, уменьшающий текучесть расплавленной глазури и в основном способствующий ее огнеупорности. Но, введенный в легкоплавкие свинцовоборные глазури, например, с глиной для поддержания во взвешенном состоянии глазурного шликера (частиц), — он не приводит к заметному увеличению огнеупорности, если количество его не превышает 1,5—2%.

Глинозем повышает твердость глазури, а также ее сопротивляемость истиранию и действию кислот. В зависимости от температуры обжига количество Al_2O_3 в глазури может значительно меняться. Увеличение содержания глинозема способствует получению более матовых поверхностей.

Цветовые характеристики окрашенных глазурей зависят от количества глинозема. Например, при избытке его оксид хрома, которая обычно развивает различные зеленые тона, может дать красноватую окраску. Цвет сине-фиолетовых кобальтовых глазурей в результате замены части окиси кобальта окисью алюминия (эквивалентным количеством) становится интенсивнее и темнее.

Источники

Глины и каолины ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — каолинит, см. гл. 12). Назначение глинистых материалов в глазури различно. Помимо того, что ими можно ввести глинозем и кремнезем, они служат также для предотвращения расслаивания глазурного шликера, так как удерживают частицы суспензии от оседания. Кроме того, добавление глинистых материалов способствует лучшей связи между глазурью и черепком, когда глазурь находится еще в необожженном состоянии.

* Некоторые красящие окислы типа R_2O_3 специально отмечаются в тексте.

Большое количество глинистых материалов (выше 10%) может привести к браку глазури — с б о р к е.

Так называемые г л а з у р н ы е г л и н ы — как с добавками, так и без них — могут служить в качестве готовых природных глазурей (з е м л я н ы х). После обжига они приобретают рыжеватокоричневую окраску. Огнеупорность глазурных глин — не выше 1180° С. Вводя добавки флюсов, ее можно значительно снизить. По химическому составу в них обычно содержится не больше 57—58% SiO₂ и 12—14% Al₂O₃, остальное приходится на железо и щелочноземельные окислы.

Полевой шпат (K₂O·Al₂O₃·6SiO₂). Как щелочесодержащий алюмосиликат является прекрасным материалом для введения Al₂O₃ (см. выше, а также гл. 12).

Нефелиновый сиенит (K₂O·3Na₂O·4Al₂O₃·8SiO₂). Может заменять полевой шпат, если требуется обжиг при более низких температурах. Однако из-за наличия примесей он дает окраску (см. гл. 12).

Бентонит (Al₂O₃·4SiO₂·9H₂O). Формула его не совсем точна. Введенный в очень небольших количествах, бентонит может заменить глину как пластификатор (см. гл. 12).

Гидрат окиси алюминия [Al(OH)₃; Al₂O₃·3H₂O]. В прокаленном виде образует Al₂O₃; температура плавления его 2050° С. Предпочтительнее применять гидратную форму, так как она способствует адгезионным качествам глазурного шликера и дольше сохраняется в глазури в суспензированном виде. Для получения матовых глазурей также лучше применять гидроокись алюминия Al(OH)₃, но не каолин.

Окись бора (B₂O₃) — борный ангидрид. В одних случаях он может рассматриваться как нейтральный окисел, а в других — как кислый. В формулах большинства керамических глазурей его относят к группе RO₂ — кремнезему.

В матовых глазурях глинозем может быть частично заменен B₂O₃ без заметных изменений цветовых эффектов. Температура плавления глазури будет снижаться.

Как глинозем, так и борный ангидрид воздействуют на красные и зеленые подглазурные краски. По сравнению с кремнеземом борный ангидрид чаще действует как основание. Он уменьшает силы поверхностного натяжения и значительно больше снижает коэффициент термического расширения, чем SiO₂. Борный ангидрид увеличивает показатель преломления глазури и ее блеск. В некоторых глазурях он вызывает декоративно выгодную опалесценцию.

Источники

Тетраборат натрия (Na₂O·2B₂O₃·10H₂O) — бура (см. выше); *бораты*; *колеманит* и др. (см. выше).

Борная кислота (B₂O₃·3H₂O или H₃BO₃). Торговая борная кислота представляет собой твердое чешуйчатое вещество, растворимое в воде; при использовании ее необходимо предварительно фрит-

товать. Из-за интенсивного выделения паров воды при фриттовании она сильно пенится, и при чрезмерном заполнении горшка или тигля плавящаяся фритта выливается через край.

Окись железа (Fe_2O_3). Эта окись принадлежит к группе R_2O_3 ; обычно она дает красновато-коричневые тона в глазурих и массах. Окись железа может быть использована как флюс, если не имеет значения ее красящее действие. Добавление окиси железа в медные и кобальтовые глазури значительно изменяет их окраску.

Источники

Запись железа (FeO); окись железа (Fe_2O_3) — гематит; закись-окись (Fe_3O_4) — магнетит; охра. Окись железа имеет красноватый цвет, а закись-окись — почти черный. Небольшие количества железа совместно с глиноземом, кальцием и кварцем могут дать красители типа пинковых. Глазури с малым содержанием железа могут окрашиваться в серо-зеленые тона (селадоны). Полагают, что черная окраска так называемых греческих лаков обусловлена образованием тонкой пленки магнетита (см. гл. 20).

Охра представляет собой глину с большим содержанием окислов железа и марганца. Отмученная тонкая охра, если покрыть ею влажный необожженный черепок, дает в зависимости от условий среды обжига как красные, так и черные покрытия.

Хлорное железо ($\text{Fe}_2\text{Cl}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Это соль, хорошо растворимая в воде; она часто применяется в технике «роспись солями» и для приготовления люстр (см. гл. 20).

3. Материалы для кислых окислов типа RO_2 (некрасящих) *

В эту группу материалов входят немногие соединения: SiO_2 , SnO_2 , ZrO_2 , TiO_2 и иногда другие, но самым важным из них является кремнезем, придающий ряд необходимых качеств глазури, в том числе огнеупорность; другие же действуют в основном как глушители.

Двуокись кремния (SiO_2). Без кремнезема нельзя получить стойкую глазурь. Его количество часто превышает половину всего весового состава глазури. Соединяясь с основаниями и образуя остеклованные силикаты, кремнезем увеличивает химическую стойкость глазури, повышает твердость и прочность на разрыв, повышает температуру плавления и уменьшает потечность. Кроме того, кремнезем снижает коэффициент термического расширения глазури, и чем тоньше его помол, — тем эффективнее.

Чем больше количество кремнезема, тем выше и плавкость глазури, хотя этот фактор зависит и от так называемых нейтральных окислов, главным образом от количеств весьма огнеупорного Al_2O_3 .

* Некоторые красящие окислы типа RO_2 специально отмечаются в тексте.

Источники

Кварц, кварцевый песок, кремнь (SiO_2 ; см. гл. 12). Здесь заметим, что в Америке любой кремнезем, введенный даже песчаником, называют *флинт ом*, в том числе полученный и из тонкоизмельченного кварцевого песка. В Европе, например Англии, Франции, Дании, это название относится лишь к *криптокристаллической* разновидности кварца, полученной из измельченной кремневой береговой гальки. Этот продукт отличается от приготовленного из кварца или кварцевого песка в основном удельным весом. Флинт из береговой гальки (кремнь) имеет удельный вес около 2,33, а флинт из песка — около 2,65.

В нашей стране для глазурей, кроме кристаллического кварца, часто применяют кремнезем, полученный из прокаленной и размолотой кремневой гальки. Указанное различие в удельном весе может сказаться лишь на плотности суспензий.

Двуокись олова (SnO_2). Вводится преимущественно для получения непрозрачных глазурей (эмалей), т. е. служит глушителем (см. гл. 19).

Источники

Двуокись олова (SnO_2). Из-за своей дефицитности часто заменяется иными глушителями, например окисью или силикатом циркония (цирконом). Однако она еще используется в практике, ибо ее кроющая способность выше, чем других глушителей. Введенная в глазурь в количестве 6—8%, она делает глазурь непрозрачной — белой, способной закрыть черепок любого цвета. Степень глушения зависит от состава глазури. Например, весьма богатые кремнеземом составы глушатся с большим трудом, так как растворяют в себе известное количество двуокиси олова. При значительном количестве глинозема достаточно небольшого количества глушителя, чтобы достигнуть непрозрачности. Чрезмерный избыток двуокиси олова делает поверхность глазури тусклой.

Двуокись олова повышает термические и упругие свойства глазури, увеличивает химическую стойкость, а также меняет цветовые эффекты большинства образующих краску окислов.

Двуокись титана (TiO_2). Действует в глазури как глушитель, а в присутствии следов железа — и как красящий компонент, давая окраску цвета слоновой кости. Для усиления глушащей способности двуокиси титана к ней добавляют окись цинка, которая способствует образованию $2\text{ZnO} \cdot \text{TiO}_2$ — соединения, обладающего кристаллическим строением и малорастворимого в эмалевом расплаве. В присутствии восстанавливающих газов двуокись титана может раскисляться и придавать глазури темноватые окраски, что значительно уменьшается в присутствии ZnO .

Двуокись титана повышает температуру плавкости глазури. Чистая его двуокись плавится при температуре около 1800°C . Она придает эмали большую кислотоупорность.

Источники

Двуокись титана (TiO_2). Встречается в природе в трех модификациях: рутила, анатаза и брукита. Как глазурный компонент наиболее активен анатаз. Применяется также и искусственная двуокись титана: «твердосплавная», молярная.

Перовскит ($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$), *титанит* ($\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$), *ильменит* ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$). Эти соединения представляют собой минералы, в которых двуокись титана находится в связанном состоянии. Ильменит, примененный в виде грубого порошкообразного песка, создает в глазури весьма декоративные темные пятна. Двуокись титана и природные минералы способствуют образованию полуматовой поверхности.

Двуокись циркония (ZrO_2). Служит хорошим заменителем двуокси олова. Она обладает высоким показателем преломления, что определяет ее качества как глушителя; большая химическая инертность способствует получению кислотоупорных эмалей и глазурей. Это очень тугоплавкий окисел, плавящийся в чистом виде при температуре 2900°C . Высокая огнеупорность и малая химическая активность обеспечивают большую вязкость эмалей и глазурей, а сравнительно низкий коэффициент термического расширения придает значительную термическую стойкость составам и предотвращает возникновение цека. В чистом виде (баделит) в природе встречается редко, зато известны богатые залежи минерала циркона с высокой концентрацией ZrO_2 .

Источники

Циркон ($\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$). Концентрат содержит от 52 до 62% ZrO_2 .* Цирконовые препараты в большом количестве выпускаются нашей промышленностью, а также в США (например, «опакс»).

4. Красящие и некоторые другие, применяемые в глазурях и красках, материалы

В практике изготовления глазурей, эмалей и красок применяется ряд окрашивающих материалов, которые при выражении их в виде молекулярной формулы должны занять в ней то или иное место. Чтобы не изменять глазурь либо эмаль по основности или кислотности, следует учитывать количество введенного красителя таким образом, чтобы соотношения сумм основных, нейтральных и кислых окислов оставались такими же, как и в бесцветных глазурях или эмалях. Например, если глазурь имела состав $\text{PbO} \cdot 0,2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$, то при окрашивании ее $x\text{CuO}$ состав должен быть:

$$\left. \begin{array}{l} 1 - x \text{PbO} \\ x \text{CuO} \end{array} \right\} 0,2 \text{Al}_2\text{O}_3 \left. \right\} 3 \text{SiO}_2.$$

* Состав отечественной обогащенной цирконовой руды (в %): ZrO_2 — 60,7; SiO_2 — 37,6; Fe_2O_3 — 0,2; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ — 1,1; п. п. п. — 0,5.

Однако при добавлении больших количеств красящего окисла плавкость глазури и другие ее свойства могут все же измениться.

Оксид меди (CuO). Служит в основном как красящий окисел.

Источники

Оксид меди (CuO). Представляет собой черный трудно растирающийся в тонкий порошок материал и закись меди (Cu_2O) — красного цвета. Так как закись меди легко переходит в окись, то для предупреждения этого в глазурь надо добавлять закись олова или другие восстановители. Закисные соединения меди при обжиге в восстановительной среде могут образовывать коллоидные растворы красной металлической меди (дисперсоид).

В нормальных окислительных условиях в глазурях со свинцовыми флюсами окислы меди создают темно-зеленые окраски, а окись олова, в присутствии щелочных флюсов, — бирюзовые тона. Избыток поташа (K_2CO_3) способствует желтовато-зеленой окраске; натриево-калиево-бариевые флюсы окрашиваются медью в голубые тона.

Карбонат меди (CuCO_3). Предпочитается окислам при получении сине-зеленых глазурей или медно-красных при обжиге в восстановительных условиях. Карбонат меди может применяться как во фриттованном состоянии, так и в сыром.

Нитрат меди [$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$] и сульфат меди ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). В глазурях они могут применяться после прокаливании. Служат и для росписи солями.

Оксид хрома (Cr_2O_3). В основном окись хрома используется как красящий окисел.

Источники

Оксид хрома (Cr_2O_3). Представляет собой очень огнеупорный (2039°C) зеленый порошок, использующийся также как абразивный материал. Она дает зеленые, желтые и красные краски.

Хромистый железняк (FeCr_2O_4) — хромит. По существу хромит представляет собой натуральную *шпинель* ($\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) и может служить стойким красителем; он содержит различные примеси, не говоря уже о постоянно находящейся в нем окиси железа, которая может изменять зеленую окраску. Большинство глазурей эта шпинель окрашивает в коричневый цвет, который лучше развивается в присутствии марганца и цинка. При наличии кобальта получаются черные тона.

Бихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) — хромпик. В кальциевых глазурях хромпик при добавлении олова дает пинковые окраски — фиолетовые. В высокосвинцовых глазурях могут получаться свинцовые хроматы — желтые (PbCrO_4), а при низком содержании глинозема,

температуре около 900°C и резком охлаждении можно получить светло-красные глазури (к о р а л л) — $\text{PbCrO}_4 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$.

Хромат бария (BaCr_2O_4). Используется для получения тонов от бледно-желтых до светло-зеленых, но в основном он применяется для надглазурного декорирования, так как при температуре выше 1000 — 1050°C непрочен.

Закись кобальта (CoO). Эта закись используется как краситель.

Источники

Закись-окись кобальта (Co_2O_3). Представляет собой кристаллический порошок почти черного цвета. Закись кобальта CoO имеет серо-зеленый цвет. Они часто применяются в виде окислов, дающих синие окрашивания в глазурях. Красящим соединением в результате обжига глазури является закись кобальта, в которую, выделяя кислород, переходит окись.

Закись-окись кобальта часто фриттуют с глиноземом, известью и свинцом для низкожгущихся подглазурных красок. Предварительное фриттование и получение очень синей фритты (почти черной) позволяют затем «разбавлять» ее и тем самым выравнивать возможную цветовую неоднородность окраски.

Стойкий краситель получается с глиноземом и цинком; он пригоден почти для всех температурных интервалов обжига. В комбинации с MgO , SiO_2 и V_2O_5 небольшие количества кобальта дают сиреневые и пинковые оттенки.

Карбонат кобальта (CoCO_3). В комбинации с марганцем, хроматом железа или охры карбонат кобальта дает черные краски.

Закись никеля (NiO). Эта закись служит красителем.

Источники

Окислы никеля. Окись никеля NiO имеет зеленую окраску кристаллов, а Ni_2O_3 — черную. В основном никель используется для приглушения и изменения цвета глазури от других окрашивающих окислов. Ни один из оттенков глазурей, получающихся в присутствии никеля, не кажется очень блестящим. Никель в присутствии цинка и соответствующего флюса может давать голубые окраски, с известью — рыжевато-коричневые, с барием — коричневые, а с магнием — зеленые.

Закись марганца (MnO). Закись марганца служит в качестве красителя.

Источники

Двуокись марганца (MnO_2) — *пиролозит*. Этот природный минерал часто загрязнен железом. Он представляет собой коричневатый порошок. Обычно двуокись марганца придает глазурям фиолетовые и коричневатые тона. В присутствии кобальта получаются почти

черные, а с соответствующими щелочными флюсами могут развиваться темно-красные и даже пурпурные окраски. Фриттованный с глиноземом пиролюзит дает пинковые тона.

Не следует добавлять свыше 6—7% нефритовой двуокиси марганца ни в глазурь, ни в массу, так как могут образоваться вздутия и «металлизация» глазурной или другой поверхности. Это можно объяснить тем, что пиролюзит довольно легко переходит в закисные соединения, выделяя кислород, так как парциальное давление последнего весьма велико. Термической диссоциации способствует восстановительная среда.

Селен. (Se). Имеет ограниченное применение в глазурях. Используется он в виде селено-кадмиевых красных фритт при надглазурном декорировании. При более высоких температурах этот прекрасный по цвету краситель, к сожалению, малоустойчив.

Сульфид кадмия (CdS). Представляет собой низкожгущий желтый краситель. Он образуется при фриттовании соединений кадмия, селена и серы (см. гл. 11). Сульфид кадмия неустоек при температуре выше 800—890° С.

Уранат натрия ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{UO}_3$). Это и другие соединения урана до тех пор, пока они не стали применяться для получения атомной энергии, были широко используемым сырьем для приготовления желтых красок. При соответствующих флюсах в присутствии оловянных и циркониевых соединений соединения урана образуют цвета от ярко-желтого до киновари, а при восстановлении — черные.

Пятиокись ванадия (V_2O_5). В настоящее время пятиокись ванадия заменяет урановые желтые краски. В сочетании с оловом она дает интенсивный желтый цвет, в то время как сама по себе является слабым желтым красителем.

Оловянно-ванадиевый краситель весьма прочен в большом интервале обжига (1000—1360° С) и не изменяется в восстановительных условиях, как урановый краситель.

Последними исследованиями установлено, что пятиокись ванадия при 700—710° С и недостатке воздуха, переходя в четырехвалентное соединение (V_2O_4), в присутствии циркона и фтористого натрия дает красивый голубой краситель (3% NaF + 4% V_2O_5). Из нашей практики следует, что он легко синтезируется.

Окись сурьмы (Sb_2O_3). В основном применяется как глушитель с высокой кроющей способностью. В известных условиях окись сурьмы может окрашивать глазури в желтые цвета.

Источники

Окись сурьмы (Sb_2O_3). Представляет собой весьма слабое растворимое в воде соединение и является сильным ядом. Из-за большой кристаллизационной способности глазурь может получиться матовой, если добавка сурьмы производилась «на мельницу» и без фриттования. Присутствие сурьмы в глазури повышает ее вязкость,

поэтому *не следует* добавлять ее более чем 8—9%. Ее глушащее действие сказывается при температурах ниже 1150° С. Смесь, состоящая из 15 в. ч. свинцового сурика, 10 в. ч. окиси сурьмы и 4 в. ч. окиси олова, кальцинированная при 925° С, после измельчения и промывания дает так называемый **ж е л т ы й б а з и с** (желтый стойкий краситель).

Сурмянокислый натрий (NaSbO_3). Добавляется в глазурь (7—8%) как при помолу, так и во фритту.

Как окислы, так и другие соединения сурьмы в восстановительной среде восстанавливаются подобно свинцовым соединениям. В присутствии последних они обычно дают желтые окраски.

Антимонат свинца [$\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$]. Называемый иногда *н е а п о л и т а н с к о й ж е л т о й*, он может использоваться как красящий пигмент для низкожгущихся желтых глазурей. При отсутствии свинца или железа сурьма не дает желтых окрасок.

Хлорид серебра (AgCl). Это не растворимая в воде соль.

Нитрат серебра (AgNO_3). Эта соль растворяется в воде.

В сухом или растворенном виде они должны храниться в темных банках, так как на свету разлагаются с потемнением и выделением серебра. Серебряные соединения часто добавляются в глазури «восстановительного огня», так как они легко восстанавливаются, придавая им весьма выгодный декоративный эффект.

Карбид кремния (SiC). Это, по существу, абразивный материал. С помощью тонкого порошка карбида кремния в щелочной глазури в присутствии меди можно получить эффект восстановления в обычной окислительной среде. Окись меди при этом будет восстанавливаться в отдельных точках.

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ

ГЛАЗУРИ И ЭМАЛИ

После освоения практики глазурования готовыми глазурями или эмалями (см. гл. 8) у творчески работающего керамиста, как правило, возникает желание самостоятельно освоить технику их приготовления, а также более глубоко понять свойства глазурного стекла.

Излагаемые ниже сведения не преследуют цель сконцентрировать все данные по составам глазурей и эмалей в виде справочника. С течением времени учащийся найдет подобные составы в соответствующей литературе. Приведенные ниже пояснения и примеры, отражающие в известной мере личный опыт автора, должны послужить лишь отправными стимулами для начинающего совершенствоваться в декоративной керамике художника.

1. Стекло, глазурь, эмаль

Резкую границу в определениях стекла, глазури и эмали провести трудно. Глазурь и эмаль — это стекла, причем последнее из них заглужено (непрозрачно). Эмалевый расплав более вязок и меньше растворяет в себе красителя, чем глазурный. При низкой температуре вязкость расплавленных стекол настолько велика, что они становятся твердыми. Но, в противоположность истинно твердым веществам, которые кристалличны (анизотропны), т. е. обладают пространственной решеткой с определенной ориентацией молекул (ионов) в пространстве, и, как правило, имеют определенную точку плавления, — стекло аморфноподобно (изотропно).

Хлористый натрий (NaCl), например, как истинно твердое вещество, обладает механической прочностью, электропроводностью, теплопроводностью и другими физическими свойствами, заметно отличающимися в различных направлениях кристаллов.

Стекло же обладает одинаковыми свойствами во всех направлениях, а самое главное, с чем особенно приходится считаться керамисту, — оно не имеет определенной точки плавления. При плавлении однородного кристаллического соединения, т. е. при переходе его из кристаллического состояния в расплав, наблюдается резкое нарушение хода температурной кривой плавкости. В это время вещество, несмотря на продолжающуюся затрату тепла, как бы перестает нагреваться. Тепло (работа) затрачивается на плавление кристаллического вещества. Только после полного его расплавления оно снова продолжает нагреваться и переходит в жидкое состояние. При отверждении происходит обратный процесс (иногда — с небольшими отклонениями). Затраченное на плавление тепло выделяется при кристаллизации вещества. Для стекла подобная температурная кривая плавления или остывания имеет плавный, без резких скачков, вид. Переходя из состояния внешне неподвижного («твердого») в состояние расплава, стекло постепенно изменяет свою вязкость («пластичность») и постепенно делается жидким.

Уподобляя глазурь стеклу, мы все же должны сделать некоторые оговорки. Наружный слой глазури может почти полностью сохранять строение стекла, но в плоскостях контакта с черепком оно в какой-то мере видоизменено (например, вросшими в глазурь кристаллами). Кроме того, глазури делают специально кристаллическими и др.

Глазурное стекло, смотря по назначению глазурованного предмета, должно обладать рядом практических свойств: кислотоустойчивостью (особенно к пищевым кислотам), стойкостью к атмосферным агентам, не должно легко царапаться и др.

Глазурование или эмалирование, кроме придания изделию красивого вида, имеет целью сделать его более гигиеничным, пропускающим воду и хорошо сохраняющим подглазурное декорирование.

2. Классификация и возможные определения глазурей

Большое разнообразие видов глазурей затрудняет их строгую классификацию. Поэтому мы даем лишь некоторые примеры определений глазурей.

Сырые глазури. Шихтовые сырьевые материалы, измельченные до соответствующей тонкости, смешивают с водой до той или иной плотности глазурного шликера. Полученную суспензию наносят на черепок. В этом случае в состав глазури не входят растворимые в воде компоненты.

Фриттованные глазури. Если состав с растворимыми в воде материалами смешать с водой, а затем нанести на черепок, то некоторая растворимая часть состава (например, сода) проникнет в поры черепка и, таким образом, изменит соотношение компонентов в сыром глазурном слое, а следовательно, и плавкость глазури. Во избежание этого часть или всю глазурную шихту предварительно ф р и т т у ю т, т. е. спекают или сплавляют, в результате чего растворимые компоненты переходят в нерастворимые силикаты и другие соединения.

Фриттование делает глазурный состав более легкоплавким при повторном плавлении, т. е. при политем обжиге изделий. Процесс созревания такой глазури несколько отличается от процесса созревания сырой глазури. Наблюдая через контрольное отверстие муфеля одновременно фриттованную и сырую глазури примерно одного состава, мы увидим, что при $750-800^{\circ}\text{C}$ фриттованная глазурь более остеклована, чем сырая. При этой температуре на фриттованной глазури можно заметить поднимающиеся и лопающиеся пузырьки воздуха, в то время как на сырой их еще не видно. Если сделать разрез (шлиф) и посмотреть на него под микроскопом, то увидим, что в сырой глазури содержится еще много нерасплавленных частиц кварца, и только при температуре около 900°C обнаруживаются пузырьки воздуха, поднимающиеся к поверхности; количество частиц кварца уменьшается, но и при 1000°C в сырой глазури они еще останутся. При температуре $1050-1100^{\circ}\text{C}$ и там и там будет сравнительно чистое глазурное стекло, иногда чуть пропущенное снизу теми или иными кристаллическими новообразованиями, например муллитом. Последние составляют промежуточный слой между глазурью и черепком.

Определение глазурей по составу. Названия глазурей (полевошпатовая, свинцовая, борносвинцовая, стронциевая, литиевая и т. п.) опытному керамисту говорят о многом. Если глазурь полевошпатовая, то она сравнительно тугоплавка и может быть рекомендована для изделий с плотным черепком. Если же глазурь, скажем, многосвинцовая или борносвинцовая, значит она легкоплавка ($900-1000^{\circ}\text{C}$). Она наиболее пригодна для фаянса, майолики или гончарного товара. Очевидно, что определения по данному признаку ориентировочны. Полевошпатовую глазурь можно корректировать и сделать весьма легкоплавкой.

Определение глазурей по плавкости. Глазури делят на легкоплавкие, применяемые при глазурном обжиге ниже 1230°C , и тугоплавкие, используемые при политом обжиге выше 1230°C . В практике художественной керамики легкоплавкими считают глазури, плавящиеся до $1000\text{--}1100^{\circ}\text{C}$.

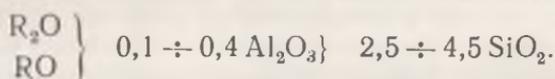
Определение глазурей по просвечиваемости, внешнему виду и поверхности. Глазури делятся на прозрачные и глухие (непрозрачные).

Прозрачные глазури усиливают цвет черепка и глубину декора.

Под глухими глазуриями цвет черепка не виден, но при тонком слое он кажется слегка смешанным с цветом глазури; это достигается добавлением разных веществ, действие которых подобно действию глушителя, такого, как окись олова. Известные дельфтские изделия с желтоватым черепком, покрытые оловянной глазурью (эмалью), выглядят весьма белыми и в свое время имитировали китайский фарфор. Непрозрачные глазури часто называют opakовыми (разновидность глухих). Известны старинные итальянские скульптуры, покрытые подобными глазуриями (Ренессанс).

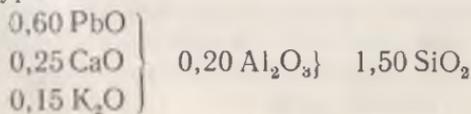
Поверхности глазурей можно характеризовать так: кристаллические (цинковые), мелкокристаллические (типа авантюриновых), блестящие, матовые, кракле, пузырчатой поверхностью и др. К этим характеристикам иногда добавляют определение, связанное со схожестью их цвета с природным, например «коралл».

Определение глазурей по молекулярной (эквивалентной) формуле. Для сырых глазурей, используемых для многих видов изделий с пористым черепком, могут быть пригодны составы, находящиеся в следующих границах:



Здесь критериями наибольшей пригодности глазури к тому или иному виду черепка и ее плавкости служат: соотношение окислов типов R_2O и RO между собой и отношение $\text{SiO}_2 : (\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$.

Опытный керамист знает, что черепок с высоким содержанием SiO_2 значительно прочнее соединяется с глазурью, если увеличивать относительное количество окислов типа R_2O (Na_2O , K_2O и др.). Сцепление же глиноземистого черепка с глазурью будет более прочным, если повышать содержание окислов типа RO (CaO и др.). Важно в данном случае установить отношение кислотной группы (RO_2) к основной ($\text{R}_2\text{O} + \text{RO}$). Если это отношение, например, для свинцовой или борносвинцовой глазури будет меньше 2,5, то такую глазурь можно отнести к легкоплавким; например, сырая свинцовая глазурь



будет плавиться при низкой температуре — приблизительно 900°C и может стекать с черепка. Кроме того, такая глазурь при замедленном режиме охлаждения будет склонна давать матовую поверхность, ибо практикой установлено, что свинцовые глазури, в которых отношение эквивалентов кислоты RO_2 к эквивалентам всех оснований $\text{R}_2\text{O} + \text{RO} + \text{R}_2\text{O}_3$ близко к единице, часто дают матовость. Правда, здесь имеют значение и некоторые свойства оснований. Окислы типа $(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ и типа RO_2 соответствуют двум эквивалентам на один моль, а окислы типа R_2O_3 — шести эквивалентам.

3. Приготовление глазурей

Завески компонентов, составляющих глазурную шихту, обычно значительно меньше, чем для керамических масс. Для их взвешивания вполне пригодны весы типа ВЛТ-200 и ВЛТ-1000г.

Порошкообразные материалы *не следует* насыпать непосредственно на чашку весов. Рекомендуется на обе чашки положить по половинке листа писчей бумаги.

Тщательное смешивание и помол глазурных компонентов производят в основном мокрым способом в небольших шаровых мельницах (в масштабе мастерских), представляющих собой толстостенные фарфоровые сосуды-цилиндры различной емкости. Эти цилиндры или, как их называют, «барабаны», вращаются с помощью параллельных валков, на которых они установлены, и мотора, или как показано на рис. 157, г. В них, как и в обычных шаровых мельницах, мелющими телами служат кремневая галька либо фарфоровые шары или уралитовые цилиндрики, наполовину или немного больше заполняющие мельничное пространство.

В таких небольших мельницах желательно осуществлять смешивание и доизмельчение уже сравнительно тонких порошков. Если готовится, скажем, сырая глазурь, часть компонентов которой представляет собой небольшие каменные куски, то их надо предварительно измельчить в более мощной шаровой мельнице (рис. 157, в) или лучше всего — на бегунах (рис. 157, б). Весьма ориентировочно можно рекомендовать при мокром помолу добавлять к 1 кг глазурной шихты 1 л воды.

Тонкость помола контролируется установленным в зависимости от размера мельницы временем измельчения и проверяется тонкими ситами. Например, фарфоровая глазурь должна почти полностью проходить через сито $10\,000\text{ отв/см}^2$. Глазури для майолики, гончарного товара могут быть несколько грубее и контролируются ситом 4900 отв/см^2 , на котором допускается небольшой остаток.

В учебных работах можно допустить определение тонкости помола путем растирания суспензии глазури между пальцами, при котором не должно ощущаться даже едва заметных крупинок.

Перед применением глазурный шликер обязательно надо процедить через сито средней тонкости. От тонкости помола зависит температура созревания глазури и другие ее качества.

Эффективное смешивание и измельчение достигаются тогда, когда найдены оптимальные режимы работы мельницы (см. табл. 19, рис. 96). Последнюю можно загружать наполовину шарами; измельчаемый материал заполняет пустоты между ними.

Таблица 19

Загрузки небольших мельниц (барбанов) и возможные скорости вращения

Примерный наружный диаметр барабана, см	Примерная полная емкость барабана, л	Вес загрузки (сухой песок), г	Объем загрузки, л	Диаметр кремневой гальки, см	Скорость вращения, об/мин
8	0,3	90	0,1	1,0	150
13	1,1	360	0,3	1,3	100
15	2,3	680	0,6	2,0	90
23	6,8	2300	1,7	2,5	60
33	13,7	4500	3,4	2,5	40

После измельчения, не давая глазурной суспензии отстояться, ее вместе с шарами выгружают на крупное сито, на котором остаются шары. Затем мельницу и шары споласкивают водой, собирая материал в один сосуд.

Если измельчалась фритта, то лучше пропустить ее через тонкое сито, так как иногда часть стеклообразного состава окатывается в довольно крупные шарики, которые можно доизмельчить.

Опорожненная мельница должна быть тщательно вымыта, а если в ней измельчались окрашивающие вещества, то для ее очистки необходимо измельчить в ней песок и содержимое выбросить.

Пропущенная через сито 900—1 600 *отв/см*² готовая глазурь должна иметь удельный вес 1,40—1,50, а иногда несколько меньше, если она предназначена для пульверизации.

Для поддержания глазури во взвешенном состоянии и для лучшего сцепления ее с черепком, особенно если она фриттованная, в нее часто добавляют небольшое количество беложгущейся глины (лучше к концу измельчения). Любые глинистые добавки (и для введения Al_2O_3), с нашей точки зрения, *не следует* загружать полностью одновременно с непластичными материалами, так как измельчение при этом замедляется. Глина нуждается в основном лишь в распускании и смешивании, ибо ее частицы достаточно мелки от природы. При использовании глазури в некоторых случаях полезно добавление небольших количеств клеящих веществ, например крахмала, гуммиарабика и др. Это необходимо при глазуровании кистью, ибо при этом поры черепка не так быстро отнимают воду от кисти и можно нанести более равномерный и прочный слой фриттованных глазурей.

Некоторые качества глазурной суспензии зависят не только от ее удельного веса (плотности). Иногда через небольшой промежуток

времени глазурь из-за частичного растворения компонентов, составляющих ее или фритту, разжижается или коагулирует, что ведет к изменению вязкости и к расслаиванию суспензии.

Присутствие только глины или только изменение содержания воды может оказаться недостаточным для сохранения оптимальных свойств суспензии. В случае, например, коагуляции рекомендуется добавлять, так же как в литейный шликер, немного жидкого стекла или фосфорнокислого натрия, создающих щелочную среду. Наоборот, для повышения вязкости и предотвращения, таким образом, расслаивания добавляют уксусную или соляную кислоты.

Фриттование. Компоненты, составляющие шихту, идущую для фриттования (полевой шпат и т. п.), не обязательно слишком тонко измельчать. Но они должны быть хорошо смешаны в сухом состоянии, чему весьма способствует двух- или трехкратное пропускание смеси через сравнительно крупное сито (64 *отв/см²*). После этого шихту загружают в огнеупорный тигель (например, шамотный). Если известно, что расплав не может быть в дальнейшем вылит в воду, то для лучшего отставания фритты от стенок тигля рекомендуется предварительно промазать его суспензией каолина. Приставший каолин можно сошлифовать на наждачном круге.

Чтобы избежать при плавлении разбрызгивания шихты и для обеспечения возможности по мере плавления добавлять шихту, тигель заполняют лишь немного больше чем на половину его высоты.

В шихту фритты часто добавляют красители, которые плавят совместно с ней, или добавляют их при помоле фритты.

Лучше всего смесь доводить до плавления, а не до спекания, так как спеки часто заметно растворимы в воде. Сплавление происходит обычно при температуре 1200—1300° С. Готовность фритты можно установить по отсутствию «узелков» в нити застывающего расплава вытянутой с помощью железного прута.

При готовности содержимое тигля быстро выливают в таз с водой, стараясь перемещать направление струи по зеркалу воды. Высушенная фритта (гранулят) довольно легко дробится даже в фарфоровой ступке; по мере измельчения ее пропускают через крупное сито, а затем подвергают более тонкому измельчению в мельнице.

В учебных мастерских можно производить фриттование в обычной обжиговой печи, не выливая расплав, но лучше иметь для этого небольшую горшковую печь, из которой в зависимости от конструкции можно или выпустить расплав снизу, или вынуть его вместе с тиглем щипцами (см. рис. 164, д). Сплошь и рядом фриттуются не все компоненты, составляющие глазурь, а только растворимая их часть. Остальные добавляют при помоле фритты («на мельницу»).

Высохший глазурный шликер может быть восстановлен до необходимой плотности путем добавления воды и тщательного размешивания. Здесь перед каждым глазурованием суспензия должна пропускаться через возможно тонкое сито.

4. Пригонка состава глазурей к черепку

Учащемуся надо помнить, что глазурь — это не своеобразная мантия на черепке: она должна быть весьма прочно связана с ним, а добиться этого не так-то просто.

О тепловом расширении глазурей. Керамические материалы при нагреве расширяются, а при охлаждении сжимаются, причем в разных интервалах температур — по-разному, а в общем, с повышением температуры расширение становится относительно все большим и большим. Для практики достаточно знать их среднее линейное или объемное расширение. С известным приближением последнее равняется утроенному линейному расширению; это устанавливают для интересующего интервала температур, например между 20 и 600° С или 20 и 400° С.

В противоположность металлам, керамические материалы (окислы) имеют меньшее линейное расширение, определяемое величинами порядка 10^{-6} — 10^{-7} ° С, означающими, что при нагреве на 1° С они расширяются от одной миллионной до десятимиллионной части своей первоначальной длины. Несмотря на малые величины расширений составляющих глазурь окислов, практически они ведут себя по-разному в расплавленной глазури. Например, окись натрия (Na_2O) расширяется во много десятков раз больше, чем борный ангидрид (B_2O_3) или окись магния (MgO).

Коэффициенты линейного расширения (КЛР) многих керамических глазурей составляют в среднем около $7 \cdot 10^{-6}$. Это значит, что глазурный слой длиной 1 см при нагреве на 1° С расширится на 0,000007 см, а, скажем, слой вдоль квадратного гладкого изразца со стороной 24 см даст удлинение $0,000007 \cdot 24 = 0,000168$ см. При нагреве его на 900° С это составит $0,000168 \cdot 900 = 0,15$ см = 1,5 мм. Как видим, величина удлинения довольно заметная. Но на ту же величину глазурный слой должен стремиться сжаться при охлаждении.

Как показывает практика, следующий ряд окислов оказывает убывающее от Na_2O к MgO действие на расширение глазури, хотя и зависит от состава:



Ориентировочно им можно пользоваться при пригонке глазури к черепку (уменьшая один и увеличивая другой), проверяя их окончательно путем глазурования опытных образцов и обжига.

Существует более широкий ряд окислов с соответствующими коэффициентами и формулами вычисления расширения глазурей. *

* А п п е н А. А. Некоторые общие закономерности изменения свойств силикатных стекол в зависимости от их состава. Автореферат докторской диссертации, ИХС АН СССР, 1953.

О р л о в Е. И. Глазури, эмали, керамические краски и массы. Ленхимиздат, 1931.

Напряжения в глазурах и эмалях. Наиболее частым пороком глазури является несоответствие ее коэффициента термического расширения коэффициенту термического расширения черепка. В силу этого в обожженной глазури сразу же по остывании или немного спустя образуются тонкие видимые трещины — цеки. Несколько реже, но может произойти также отскок с краев и углов изделия. И то и другое свидетельствует о слишком больших напряжениях, возникающих в глазури при остывании. Глазурованное такой глазурью изделие, если черепок порист, будет пропускать

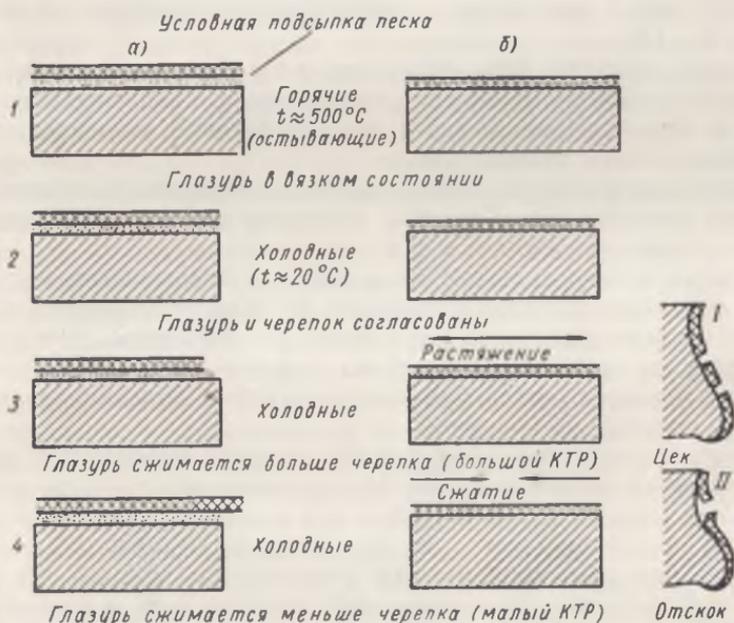


Рис. 142. Условный глазурный слой, лежащий на песке (а), и действительный глазурный слой, спекшийся с черепком (б)

воду, будет термически нестойким и пр., хотя прочность сцепления глазури с черепком (при цеке) еще достаточна для декоративной службы.

На рис. 142 схематически показано условное (а) и действительное (б) состояния майоликовой глазури: согласованной с черепком, с большим и меньшим коэффициентом расширения, чем у черепка. Представим себе, что под глазурью находится ровный слой довольно крупного песка. Разлившаяся на черепке глазурь после некоторого остывания будет находиться в положении a_1 . При полном остывании, если глазурь и черепок согласованы по коэффициентам термического расширения (КТР), они одинаково сожмутся в размерах и займут положение a_2 . Однако, если глазурь сожмется больше, чем черепок (КТР ее больше, чем КТР черепка), то глазурь должна занять положение a_3 (у нас преувеличено), а если наоборот, — то положение a_4 .

В действительности же глазурь при остывании не свободна, а сцепляется с телом черепка. В горячем состоянии она будет находиться в положении b_1 , и если глазурь и черепок согласованы между собой, то по охлаждению она займет положение b_2 . Ни цека, ни отскока не будет, так как не будут возникать напряжения. Очевидно, что, находясь в положении b_3 , соединившаяся с черепком глазурь будет испытывать растяжение, а в состоянии b_1 — сжатие. В первом случае, если величина растягивающих сил превысит прочность глазури на растяжение, возникнет цек (растрескивание глазури); это с некоторым преувеличением показано на разрезе вазы (рис. 142, I).

Глазурь, дающую цек, называют отрицательной. Находящаяся в состоянии сжатия глазурь может скалываться, отслаиваться от черепка (рис. 142, II), но при условии, если сжимающие силы будут очень значительными.

Охлажденная глазурь сопротивляется напряжению сжатия сильнее, чем растяжению. Глазурь, находящуюся под напряжением сжатия, называют положительной.

Крупная сетка цека говорит о том, что несогласованность глазури с черепком невелика. Избежать ее можно без особой корректировки состава, например, нанесением более тонкого слоя глазури и повышением температуры нагрева изделия при политем обжиге. Мелкие и частые трещины свидетельствуют о большой несогласованности глазури с черепком.

Иногда на глазурованных с одной стороны изделиях по охлаждении сразу не образуется цек. Но при пользовании изделием или даже после некоторого нахождения его в атмосфере воздуха можно услышать исходящий от него характерный «перезвон» — как бы потрескивание ломаемого стекла. Это так называемый замедленный цек, сразу не замеченный, ибо при первом наблюдении, возможно, еще не были выравнены температуры поверхностного глазурного слоя и черепка. Кроме того, многие пористые силикаты постепенно увеличиваются в объеме из-за поглощения влаги, а поэтому такое насыщение приводит к переходу сжимающих усилий в растягивающие.

Большое значение имеет и то, какой промежуточный слой образовался на границе взаимодействия глазури с черепком и какова плавность его перехода к поверхностному слою. Запомним, однако, что цек возникает тогда, когда коэффициент термического расширения глазури больше, чем коэффициент расширения черепка. Практически это чаще всего и бывает.

Экспериментальная корректировка состава глазури для предотвращения цека. При появлении на пробах цека следует, не изменяя пока состава глазури, повысить температуру обжига или удлинить его конечную выдержку. Часто помогает нанесение более тонкого глазурного слоя. (Некоторые глазури, например свинцовые, обладающие известной эластичностью, даже в несогласованном виде могут не дать цека). Если указанные мероприятия не улучшают глазури,

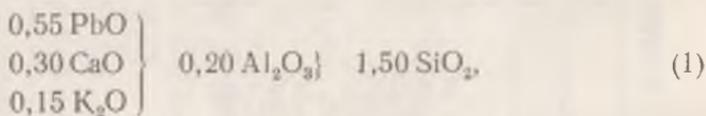
то надо изменить или состав черепка, стремясь повысить его коэффициент термического расширения, или состав глазури, стремясь уменьшить ее коэффициент термического расширения. Обычно изменяют состав глазури (эмали).

При точных исследовательских работах определение значений коэффициента расширения (для пригонки глазури к черепку) осуществляют с помощью специального прибора — д и л а т о м е т р а.

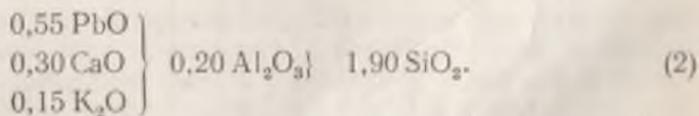
В учебных же работах студентов-художников наиболее действенным способом пригонки служит изменение содержания кварца в глазури; увеличение количества кварца ведет к уменьшению расширения глазури и, таким образом, к уменьшению возможности образования цека. (Однако увеличение содержания кварца приводит к большей тугоплавкости глазури). Ряд других опытов связан с повышением содержания щелочноземельных окислов (CaO, MgO и др.) за счет щелочей (Na₂O, K₂O и др.). Добавление 2—3% циркониевых соединений сильно уменьшает коэффициент термического расширения борносвинцовых глазурей.

Как это не покажется странным, но при необходимости изменения состава черепка (для устранения цека) в него следует также добавлять кварц. В силу физико-химических свойств кварца, он, расплавляясь в глазури, уменьшает расширение стекла, а в черепке, будучи менее видоизмененным, способствует его расширению. При более тонком измельчении кварца можно скорее предотвратить цек. Добавление же к керамической массе глины, полевого шпата или талька способствует образованию цека, так как несогласованность черепка и глазури возрастает. Для таких масс надо применять глазури с низким коэффициентом термического расширения.

Быстрая корректировка глазурного шликера по кремнезему (SiO₂). Представим себе, что у нас имеется глазурный шликер, соответствующий по составу твердого материала формуле



но на том черепке, на котором мы хотели бы эту глазурь применить, она склонна к образованию мелкого цека и несколько матовой поверхности. В этом случае для изменения и нахождения оптимального состава лучше всего приготовить еще один шликер, содержащий значительно большее количество эквивалентов SiO₂ и который при заданных условиях обжига даст априори недозревшую глазурь (тугоплавкую), например, такого состава:



И тот и другой глазурный шликер надо довести до одинаковой плотности, после чего их можно начать смешивать по объему. Если

Коэффициенты плавкости сырьевых материалов

Группа Л (легкоплавкие сырьевые материалы)	Формула	Коэффициент плавкости	Группа Т (тугоплавкие сырьевые материалы)	Формула	Коэффициент плавкости
Селитра	KNO_3	0,47	Карбонат магния	$MgCO_3$	0,47
Мел, мрамор	$CaCO_3$	0,56	Полевой шпат	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	0,67
Сода	Na_2CO_3	0,59	Глина	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	0,70
Поташ	K_2CO_3	0,68	Костяная зола	$Ca_3(PO_4)_2$	0,70
Борная кислота	H_3BO_3	0,70	Оксись кобальта	Co_2O_3	0,80
Бура кристаллическая	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	0,75	Кварц	SiO_2	1,00
Бура карбонатная	$BaCO_3$	0,87	Оксись магния	MgO	1,00
Кальциевый сурик	Pb_3O_4	0,98			
Цинковый сурик	ZnO	1,00			
Лавниковый шпат	CaF_2	1,44			
Бура прокаленная	$Na_2B_4O_7$				

Отношение Л : Т и соответствующая температура плавления глазури

Отношение Л : Т	Примерная температура плавления, °С	Отношение Л : Т	Примерная температура плавления, °С
2,0	750—755	0,5	1025—1050
1,5	760—765	0,3	1200—1220
1,0	780—785	0,2	1300—1320
0,8	830—850	0,1	1400—1450

мы смешаем их поровну, например 50 см^3 (1) + 50 см^3 (2), то получим глазурь, содержащую 1,7 молей SiO_2 . Если же возьмем 75 см^3 первого шликера и 25 см^3 второго, то получим глазурь, содержащую 1,6 молей, и т. д. Расчет сводится к простому составлению пропорций.

Таких смесей можно приготовить много. Наблюдение обожженных проб даст искомую глазурь, после чего следует пересчитать найденную формулу на сырьевые материалы (см. гл. 13).

Изменение количества эквивалентов (молей) кремнезема и одновременно глинозема несколько сложнее. Для разработки вариантов при этом необходимо иметь четыре глазури.

Определение ориентировочной температуры плавления глазурной смеси. Для определения температуры плавления начинающему керамисту можно рекомендовать использовать оправдавшие себя в учебных работах коэффициенты плавкости, приведенные в табл. 20.

Из состава шихты нужно выбрать материалы, относящиеся к группе Л и относящиеся к группе Т. Процентное количество составляющих каждую группу материалов надо поочередно умножить на соответствующие коэффициенты плавкости и получить сумму произведений для каждой группы, а затем сумму, соответствующую группе Л, разделить на сумму, соответствующую группе Т. Полученное число или близкое к нему можно найти в табл. 21, в которой указаны приближенные температуры плавления смеси.

Например, найдем приблизительную температуру плавления следующей глазурной смеси: соды — 20%, мела — 13%, кварца — 49% и борной кислоты — 18%. Решаем:

Л	Т
$20 \cdot 0,59 = 11,80$	$49 \cdot 1,0 = 49,0$
$13 \cdot 0,56 = 7,28$	$\frac{49,0}{49,0}$
$18 \cdot 0,70 = 12,60$	
$\frac{31,68}{31,68}$	

$$Л : Т = 31,68 : 49,0 \approx 0,65.$$

Этой смеси будет соответствовать температура плавления, равная примерно 900°C .

5. Примеры низкожгущихся глазурей, эмалей и специальных глазурей

Обычно в учебной мастерской или лаборатории имеются апробированные составы масс и глазурей (эмалей). В первую очередь надо внимательно изучить именно их свойства, а затем приступить к самостоятельному изготовлению различных составов. Известны очень хорошие художники-керамисты, пользовавшиеся немногими стандартными глазуриями и массами. Однако овладение практикой

составления глазурей весьма желательно. Сформировавшемуся художнику это позволит быть независимым в своих творческих замыслах. Литературные рекомендации по глазурям ему необходимо научиться понимать с технологических позиций, для чего и приводятся ниже примеры.

Следует помнить, что две бесцветные глазури, скажем борная и свинцовая, никогда не будут идентично окрашены одним и тем же красителем, если он введен в них даже в одинаковых количествах. С накоплением личного опыта практика учета влияния состава глазури на образование цвета будет совершенствоваться.

Идентичность эквивалентно-молекулярных формул служит наилучшим критерием равнозначности свойств сравниваемых глазурей.

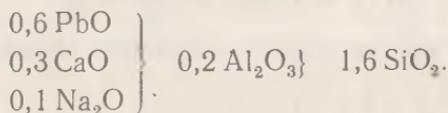
Несмотря на то, что свинцовые глазури почти исключены на производстве из-за вредности и дефицитности сырья, тем не менее составы некоторых мы все же приводим, так как в декоративной керамике, и особенно в начальных учебных работах, с ними легче работать, чем с другими. Кроме того, они подходят к значительно большему количеству разных масс.

1. Наипростейшая сырая прозрачная глазурь может состоять (в %): из свинцового глета — 75, кварцевого песка — 25, или $1\text{PbO} \} 1,25 \text{SiO}_2$. В ней, как видим, нет специально введенных окислов типа R_2O_3 . Добавление сырой беложгущейся глины (1—2%) уменьшит ее потечность и поддержит суспензию во взвешенном состоянии. Глазурь плавится при температуре 750°C и даже ниже. Она может оказаться пригодной для гончарного товара, особенно если к ней добавить примерно 0,5% извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

2. Борносвинцовая глазурь (в %): свинцовый глет — 9; кварцевый песок — 36; прокаленная бора — 55; температура розлива составляет $750\text{—}800^\circ\text{C}$; пригодна для гончарных изделий.

3. Бессвинцовая глазурь на температуру 900°C (см. выше).

4. Сырая глазурь (в %): свинцовые белила* — 49; мел — 10; натриевый полевой шпат — 18; сырой каолин — 5; обожженный каолин — 3; кварцевый песок — 15.

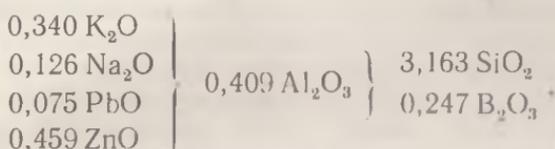


Температура плавления равна $950\text{—}1050^\circ\text{C}$. Плотность глазурного шликера 1,4 (на 100 в. ч. глазури около 150 см^3 воды).

5. Фритованная малосвинцовая прозрачная глазурь, содержащая цинк и бор; ее состав следующий (в %): полевой шпат —

* Введение свинцовых белил способствует смешиванию глазури во время плавления. При замесе свинцовых белил суриком его нужно взять на 11,5% меньше для одного и того же количества PbO .

55,0; кварцевый песок — 17,0; бура — 7,2; окись цинка — 10,8; свинцовый сурик — 5,0; каолин — 5,0.



Проверена на облицовочных плитках типа гончарных. Фриттуется при температуре 1250—1300° С. Обжиг ее производится при 1000—1050 °С.

6. В практике ЛВХПУ имени В. И. Мухоминой применяется так называемая 3-я фриттованная глазурь (3ф), пригодная для майолики, шамотизированных и известково-фаянсовых изделий (см. гл. 14 и табл. 22).

Состав для фриттового спека (в %): свинцовый сурик — 25; мел — 3; полевой шпат — 10; борная кислота — 27; кварц — 15; каолин — 5; калиевая селитра — 5; черепок политой (фарфоровый) — 10. Для подцветки вводят 0,01% окиси кобальта. Смесь спекают при температуре около 1100° С. При помолу спека в него добавляют около 3% свинцового сурика и 5—8% белой глины (сверх 100%). Температура розлива составляет 900—920° С.

Покрытые глазурью 3ф белые массы выглядят более белыми. Она пригодна для покрытия подглазурной росписи, так как мало активна.

Таблица 22

Изменение цвета глазури 3ф в зависимости от красителя (в %)

Наименование материалов	Цвет и номера окрашенных глазури на основе глазури 3ф (ЛВХПУ)						
	охристый	коричневый	темно-коричневый	от светло-зеленого до зеленого	светло-серый непрозрачный	от голубого до синего	от розоватого до коричневого с металлической
	65	69	70	77	212	от 80 до 83	марганцовая
Глазурь 3ф	100	100	100	100	100	100	100
Железный сурик	3	—	—	—	—	—	—
Хромистый железняк	—	3	5	—	—	—	—
Окись меди	—	—	—	0,5—3	—	—	—
Пинк фиолетовый № 15	—	—	—	—	10	—	—
Окись кобальта	—	—	—	—	—	0,5—3	—
Двуокись марганца	—	—	—	—	—	—	0,5—3

7. Красивая медная бирюзовая глазурь, применяемая в нашей практике под номером 836, получается при сплавлении красителя

и фритты. Окраска глазури весьма похожа на известные турецкие бирюзовые глазури, содержащие калиевые соединения. Это, по существу, фритта, в которую лучше не добавлять глину (а если добавлять, то очень мало). Лучше всего применять пульверизацию или готовить более плотный шликер (1,6 г/см³).

Состав фритты (в %): свинцовый сурик — 27,5; кальцинированная сода — 21,5; кварц — 40,0; поташ — 2,8; калийная селитра — 5,0; окись меди — 3,2.

Сплавление фритты производят при 1100° С. Температура розлива — около 900° С. Глазурь подходит к массе для низкожугущегося известкового фаянса (см. табл. 15).

8. В ГИКИ (Ленинград) Ю. Г. Штейнберг* разработала безвредную прозрачную фриттовую стронциево-магниевую глазурь, внедренную в промышленность под номером 113.

Примерный состав глазури (в %): полевой шпат — 29,8; кварц — 33,6; технический карбонат стронция — 12,3; бура — 18,6; сода — 2,3; магнезит — 3,4.

Состав фриттуют при температуре около 1300° С. После помола фритты остаток на сите 10 000 отв/см² составляет 0,15—0,20%. Для глазури берут 94—95% фритты и 5—6% глины типа часовъярской. Плотность шликера 1,4. Глазурь не кристаллизуется; температура розлива 980—1000° С. Она пригодна для черепка фаянсовой майолики и хорошо согласуется с черепком на основе балаклавской глины с добавлением к ней известняка и песка, а также с черепком на основе никифоровской глины (см. массу № 7 в табл. 13).

9. Для черепка, изготовленного из глины типа лужской (гидро-слюдистой), также можно применять стронциево-магниевую, но несколько измененную глазурь (№ 123); она имеет меньший коэффициент расширения, чем указанная выше.

Материальный состав шихты (в %): полевой шпат — 27,8; кварц — 32,2; карбонат стронция — 12,3; борная кислота — 2,6; бура — 22,1; магнезит — 3.

10. Для декоративной майолики рекомендуется (ГИКИ) проверенная в производстве стронциево-литиевая глазурь № 3.

Состав глазури (в %): полевой шпат — 14,0; кварц — 34,0; карбонат стронция — 12,0; доломит — 3,9; мел — 3,0; сода — 5,0; бура — 16,1; сподуменовый концентрат — 12,0.

Фриттование производят при температуре около 1200° С. Для глазури берут 93% фритты и при помоле добавляют 7% каолина. Температура розлива 960° С.

Окрашивание стронциево-литиевых глазурей возможно, как обычно, сплавлением с красящими окислами металлов или совместным помолом с пигментами. Например, указанная выше шихта глазури (№ 113), сплавленная с 7% окиси кобальта в присутствии 2% селитры, дает хорошую синюю глазурь.

* Штейнберг Ю. Г. Стронциевые глазури. Госстройиздат, 1960. Она же. Стронциевые глазури. Стройиздат, 1967.

11. Глазурь, приготовляемая на основе природных сырьевых материалов. Одним из составляющих шихту компонентов является борат кальция $\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с содержанием 40—43% B_2O_3 , а другим — стеклообразный алюмосиликат — перлит, содержащий 5—8% щелочей (Дальневосточное месторождение).

Состав шихты (в %): перлит — 70, борат кальция — 30.

0,793 CaO	}	0,261 Al ₂ O ₃	0,199 B ₂ O ₃
0,036 MgO			
0,101 Na ₂ O			
0,070 K ₂ O			

Фриттуется * при температуре 1300° С. При помолу фритты в нее добавляют каолин (6—7%). Температура розлива глазури 950—1000 °С. Она пригодна для майолики из легкоплавких глин. При увеличении содержания перлита температура розлива повышается до 1150° С (для каменного товара). Глазурь хорошо окрашивается красителями Дулевского красочного завода.

Об окрашивании глазурей. С увеличением продолжительности совместного измельчения шихты с красителем, особенно сырых глазурей, можно иногда ухудшить некоторые практические их свойства. В таких случаях лучше измельчать краситель с некоторой частью шихты, например песка, в течение 2—3 ч, а потом добавить недостающие компоненты. Во фриттованные глазури краситель в основном добавляют тоже при помолу.

В табл. 23 приведены некоторые пределы введения красителя в виде красящих окислов и те окраски, которые возможно получить от них в различных условиях.

Возможно также введение меньших количеств красителей. Например, свинцовая глазурь типа (4) при введении очень небольшого количества окиси хрома развивает весьма заметную светло-желтую окраску, а 0,3—0,4% окиси марганца могут дать сиреневый цвет. Для того чтобы «смягчить», например, кобальт, очень часто добавляют медь и никель. Слишком яркую глазурь можно приглушить окисью олова и др.

Для получения наиболее равномерной окраски лучше всего все же готовить сильно окрашенную фритту, а затем разбавлять ее подобным составом, но не окрашенным. Если красители добавляют при помолу глазурных компонентов, то некоторые из них, например окислы меди, марганца, кобальта, надо предварительно прокалить, так как после этого они становятся более устойчивыми к воздействию газовой среды печи и менее склонными менять валентность, связанную с отдачей и получением кислорода. Последнее может проявиться в известном вспучивании окрашенных глазурей.

* Изготовлены и нефритованные борноперлитовые глазури.

Примеры окрашивания глазурей

Цвет	Окись	Количество, %	Температура — Т; атмосфера — А	Дополнительные условия и примечания
Синий	Со	0,5—1	Любые	В присутствии Zn и Al зеленовато-голубой При щелочном флюсе
	Сu	3—5	Т — низкая А — окислительная	
	Ni	1—3	Т — низкая А — окислительная	Слабо-голубой в присутствии Zn Ярко-голубой; краситель синтезированный — при наличии NaF
	Zr—V	7—8	Любые	
Зеленый	Сu	1—5	Т — любая А — окислительная	В присутствии PbO
	Ni	3—5	Т — низкая А — окислительная	
	Fe	1—4	Т — любая А — восстановительная	
	Cr	2—3	Т — любая А — окислительная	
Коричневый	Ti	5—10	Т — любая А — восстановительная	Рутил. Присутствие Fe
	Cr	2—5	Т — низкая А — любая	В присутствии Mg и Zn
	Mn	5	Любые	—
	Fe	3—7	Т — любая А — окислительная	—
	Ni	2—4	Любые	В присутствии Zn
Красный	Сu	1	Т — любая А — восстановительная	—
	Fe	2—5	Т — низкая А — окислительная	Высокое содержание SiO ₂ , соответствующее щелочам; в отсутствии Са
	Cr—Sn	5	Т — любая А — окислительная	Пинк. Присутствие Са Коралл. Высокое содержание Pb
	Cr	5	Т — низкая А — окислительная	
	Mn	4—6	Т — любая А — окислительная	Марганцевый пурпур; в присутствии щелочей Синтезированный коралловый красный
	Zr—Fe	8—10	Т — низкая А — окислительная	
Рыжево-коричневый	Mn Fe Ti	2 2 2	} Любые	Рутил

Цвет	Окись	Количество, %	Температура — Т; атмосфера — А	Дополнительные условия и примечания
Желтый	U	5—10	Т — любая А — окислительная	Желто-оранжевый в присутствии Рb Оловянно-ванадиевый краситель
	Sb	4—7	Т — низкая А — окислительная	
	Sn—V	3—6	Любые	
Черный	Co	1—2	} Любые	—
	Mn	2—4		
	Co	1	} Любые	
	Mn	3		
Fe	8			

О глушении глазурей. Некоторые глазурные материалы (см. гл. 18) имеют особое свойство создавать непрозрачность в глазури; они называются г л у ш и т е л я м и (например, окись олова или окись циркония). Будучи относительно нерастворимы в глазурном расплаве, глушители находятся в нем во взвешенном состоянии или, частично растворяясь, выпадают при охлаждении. При достаточном их количестве в общей массе они препятствуют проникновению света в черепок.

Несколько иным типом глушителя являются соединения титана, а в некоторых условиях и цинка, благоприятствующие кристаллизации глазури. По сравнению с основной массой глазурного стекла образовавшиеся в нем мельчайшие кристаллы или мало изменившиеся частицы глушителя имеют отличающийся коэффициент преломления. Вследствие этого свет рассеивается и отражается и, таким образом, он меньше проникает в черепок.

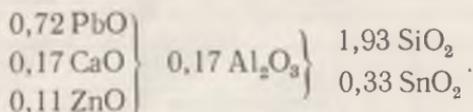
В основном глушители дают молочного вида стекло. Но окись сурьмы при низкой температуре в окислительной среде глушит глазурь с желтовато-белым оттенком, а окись олова в присутствии даже малых количеств соединений хрома дает розоватый оттенок.

Для ориентировки отметим возможные интервалы количеств тех или иных глушителей, вводимых в виде окисей: циркония — 9—14% (в любой среде); олова — 7—12%; сурьмы — 9—12% (редко применяется); титана — 8—10% (в окислительной среде); цинка — 5—6%.

Более слабыми глушителями являются фтористые соединения. Нередко используют смесь глушителей.

Заглушенные глазури (эмали). Ниже приведено несколько примеров наиболее характерных заглушенных глазурей (эмалей).

12. Глазурь (4) становится непрозрачной, если ее состав изменить путем введения цинка и олова:



Шихта имеет следующий состав (в %): свинцовые белила — 48; мел — 7; каолин — 5; обожженный каолин — 6; кварцевый песок — 20; окись олова — 12; окись цинка — 2. Плотность шликера — 1,5. Температура обжига будет в тех же пределах, что и глазури (4).

13. Для окрашенного черепка из глины типа лужской ГИКИ (Ю. Г. Штейнберг) рекомендует белую титановую эмаль № 18 с введением в нее сподумена.

Состав эмали (в %): полевой шпат — 22,0; сподуменовый концентрат — 14,7; кварц — 10,1; борная кислота — 22,6; доломит — 5,9; мел — 1,9; окись цинка — 9,8; двуокись титана — 4,6; просяновский каолин — 8,4.

При политом обжиге до 980—1040° С эмаль хорошо разливается. Ее можно окрашивать. Она пригодна как для декоративно-бытовой, так и для архитектурно-строительной майолики.

14. Для майоликовых масс, изготовленных на основе глины типа сланцевской (карбонатно-гидрослюдистой), подходит эмаль Т-2, имеющая следующий состав (в %): песок — 33,70; кристаллическая бура — 20,00; калийная селитра — 6,00; кремнефтористый натрий — 6,35; двуокись титана — 14,25; борная кислота — 19,70.

Эмаль фриттуют при температуре 1300° С и при мокром помоле к фритте добавляют 5—6% глины типа часовъярской. Эмаль разливается при температуре 850—880° С.

В последние годы для глушения глазурей широко применяют циркониевые соединения, способные окрашиваться красителями с присущим этим глазурям мягким красочным тоном. Например, окислы кобальта, никеля, хрома дают вполне определенные окраски при введении их в количестве от 0,5 до 1% в процессе помола («на мельницу»), а еще лучше — при сплавлении. Опытами многих исследователей, в том числе и нашими, установлено, что темные окраски в цирконовых * эмалях получаются не очень чистыми. Сейчас разработаны красители специально для циркониевых эмалей.

15. В практике работы с учащимися ЛВХПУ нами широко применяется фриттованная борноциркониевая эмаль (№ 348).

Состав фритты (в %): циркон (необогатенный) — 20,8; люберецкий песок — 31,7; ладожский пегматит — 9,5; кристаллическая бура — 31,7; доломит — 6,3.

Фриттование производят при температуре 1200° С. Для эмали берут 80% фритты и при помоле добавляют 15% цирконовой руды

* Циркон — ZrSiO_4 .

и 5% часовъярской глины. После измельчения остаток на сите 10 000 *отв/см²* не должен превышать 1%. Температура розлива — около 920° С; конечная выдержка 1—1,5 ч. Подъем температуры должен быть медленным, ибо в противном случае остаются пузырьки воздуха и наколы.

При необходимости возможно добавление при помолу 1—2% сурика. Эмаль хорошо согласуется с низкожгущимися массами ЛВХПУ (см. табл. 13).

16. Разработан целый ряд циркониевых составов (З. А. Носова и др.), фриттованных и нефритованных. Один из них (№ 20) характеризуется следующими данными.

Состав фритты (в %): циркон — 11,5 (обогащенный, содержит в среднем: 57% ZrO_2 ; 36% SiO_2 и 5% Al_2O_3); кварцевый песок — 32,4; кристаллическая бура — 25,5; углекислый барий — 4,7; окись цинка — 1,8; мел — 11,1; каолин — 13,0.

Состав циркониевой глазури (в %): тонкоизмельченная фритта — 72,7; полевой шпат — 9,1; глуховецкий обожженный каолин — 13,6; часовъярская глина — 4,6. Этот состав испытан в заводских условиях на строительных изделиях.

О матовости глазурей. Матовые глазури ценны тем, что поверхность изделий приобретает приглушенную фактуру (напоминает тусклую поверхность яичной скорлупы). При их применении получается иногда значительно лучшее впечатление от композиции формы, чем при использовании обычных блестящих глазурей. Достичь матовости можно несколькими способами:

а) снижением температуры обжига, что дает, по существу, недоплавленную глазурь;

б) образованием не видимых невооруженным глазом газовых пузырьков (CO_2) в результате разложения в основном карбонатов;

в) тонкой кристаллизацией прозрачной расплавленной глазури определенного состава при охлаждении;

г) снижением кислотности свинцовых глазурей.

Хорошими матовыми глазурями практически считают два последних вида.

Для перевода глазури в матовую в нее часто вводят повышенное количество одного из следующих окислов: Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , Na_2O , ZnO , MgO , BaO при одновременном понижении содержания SiO_2 . Однако матовая по составу глазурь при слишком быстром охлаждении может дать блеск.

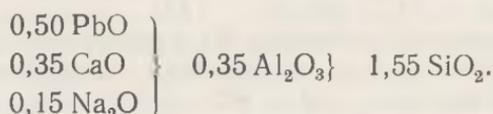
Мы убеждались в том, что одним из принципов получения матовой свинцовой глазури является надлежащее соотношение эквивалентов кислоты и основания (в основание входит Al_2O_3).

Например, приведенная выше глазурь (4), в которой отношение эквивалентов кислоты (3,2) к эквивалентам основания (3,2) составляет 1 : 1, переходит в заметно матовую при повышении эквивалентов основания за счет Al_2O_3 и понижении эквивалентов кислоты за счет SiO_2 .

Практика, однако, показывает, что свойства самих оснований, используемых для приготовления матовых свинцовых и других глазурей, имеют не меньшее значение, чем их количество. Влияют также и некоторые окислы, обладающие большой кристаллизационной способностью. Например, окислы сурьмы, введенные при помеле прозрачной фритты, часто переводят ее в состав, дающий матовую поверхность, а свинцовые глазури без бария даже с пониженной кислотностью иногда не дают матовости. Окрашенные же марганцем глазури вообще получают матовыми при повышении его содержания, но в слегка восстановительной среде.

Матовые глазури. Ниже приведены примеры наиболее характерных матовых глазурей.

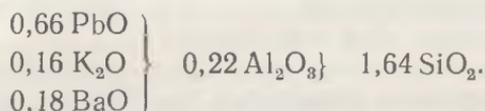
17. Следующая сырая глазурь склонна давать матовую поверхность:



Состав глазури (в %): свинцовые белила — 52; мел — 9; натриевый полевой шпат — 28; сырой каолин — 5; обожженный каолин — 4; кварцевый песок — 2. Она, так же как и глазурь (4), обжигается при температуре 950—1050° С.

18. В практике учебной работы со студентами хорошей матовой сырой глазурью зарекомендовал себя состав, предложенный лабораторией Академии архитектуры СССР (С. В. Филиппова), несколько скорректированный нами количеством свинца.

Состав (в %): свинцовый сурик — 51; полевой шпат — 22; каолин — 5; песок — 10; углекислый барий — 12. При помеле добавляют 5% каолина.



Для снижения плавкости в указанный состав вводят дополнительно от 5 до 15% сурика. Температура плавления — около 920° С. Глазурь хорошо окрашивается окислами, в частности окисью хрома, давая при 0,5% окраску канареечного цвета (№ 728).

19. Нами проверена на практике глазурь с хорошей матовой поверхностью, содержащая цинк и титан, предложенная в свое время как кристаллическая для облицовочных изделий.*

При более быстром охлаждении, чем это необходимо для кристаллических глазурей, и более низком, чем требуется для нее, обжиге

* Жуковский Г. Ю., Люльев Б. В. Получение кристаллических глазурей для облицовки Московского метрополитена. «Строительные материалы», 1937, № 7.

данная глазурь не образует заметных кристаллов, а дает матово-шелковистую поверхность (№ 795).

Состав фритты (в %): кальцинированная сода — 10,19; мел — 9,82; окись цинка — 30,30; кварцевый песок — 28,67; окись титана — 9,09; борная кислота — 11,93.

Температура фриттования в шамотных тигелях — до 1200° С, с полным остыванием в них до комнатной температуры. При помолке фритты добавляют краситель, например 0,5—1% окиси кобальта или 0,5% окиси никеля и 1—1,5% глины. Толщина слоя глазури 1—1,5 мм. Температура обжига на изделиях — около 1050° С. Эта глазурь пригодна для терракотового многошамотного черепка с тонким помолом шамота, а также для известково-шамотного фаянса.

20. Хорошо проявила себя матовая глазурь, предложенная ГИКИ (Ю. Г. Штейнберг) под № 113 (в тексте выше см. № 8), но с добавлением 15% технического глинозема (сверх 100%). При нанесении глазури окупанием в суспензию плотностью 1,4, а затем пульверизации тонким слоем до образования зернистости в сыром слое — она дает несколько грубоватую, но красивую поверхность. Добавление дулевских пигментов хорошо окрашивает глазурь.

Видоизмененная стронциевая матовая глазурь предложена О. В. Череповой и др.; * в ней повышенное количество Al_2O_3 вводится во фритту, что способствует субмикроскопическому образованию кристаллов в глазури.

О кристаллизации глазурей. При известном режиме обжига и охлаждения многие глазури кристаллизуются, но далеко не каждая глазурь образует кристаллы, способные украсить поверхность изделия. А между тем, существуют глазури, при определенных условиях дающие исключительно декоративные кристаллы, например глазури, содержащие цинк, образующие кристаллический рисунок, напоминающий морозный узор на стекле. Условий получения кристаллических глазурей довольно много. Рассмотрим основные из них.

а. Пересыщение глазурного состава окислами, способными при охлаждении (переохлаждении) создавать центры кристаллизации, а также образование в сплаве двух не смешивающихся между собой жидкостей различной вязкости, дающих одновременно и стекло, и кристаллы.

б. Наличие небольшой вязкости у остывающей глазури, при которой зародыши кристаллов способны увеличиваться в размере.

в. Выдержка при конечной температуре обжига (1—2 ч) иногда до растворения почти всех первоначально зародившихся кристаллов.

г. Определение температуры, при которой вязкость расплава при охлаждении оптимальна для данного состава, и выдержка при ней для обеспечения роста кристаллов.

* Черепова О. В., Сахарова Н. А., Голик Е. М. Матовые цветные глазури. «Стекло и керамика», 1965, № 3.

д. Скорость нагрева и охлаждения глазурованного изделия должна быть сравнительно небольшой — около 50 в час. (Отдельные исследователи считают, что нагрев должен производиться значительно быстрее, чтобы глазурь не пропитала черепок и не изменила своего состава).

е. Для некоторых кристаллических глазурей очень важен характер среды обжига.

ж. Толщина слоя сырой глазури должна быть увеличена примерно до 2 мм.

Кристаллические глазури могут быть двух видов:

крупнокристаллические групповые внедрения в слое глазури или на ее поверхности (декоративны в виде сферолитов); эти глазури высокотемпературны, они содержат цинк (титан); часто их вжигают в нижежелезашую глазурь;

так называемые авантюриновые глазури (табл. 24); внутри стекла появляется множество мелких кристаллов, отражающих и поглощающих свет; они имеют сверкающий золотистый оттенок, по-видимому, из-за образования кристаллов гематита (Fe_2O_3) или силиката закиси железа — фаялита ($2FeO \cdot SiO_2$), распадающегося затем на окись и металлическое железо; большинство этих глазурей насыщено соединениями железа, но аналогичный эффект создают и хромовые составы.

Подобные глазури могут быть как высокотемпературными ($\sim 1150^\circ C$), если в них введено окисное железо, так и низкотемпературными ($\sim 900^\circ C$), если в них введено закисное железо.

Таблица 24

Состав авантюриновых глазурей *

Номер глазури	Компоненты, %				Визуальные наблюдения кристаллизации
	фритта 83Б	жженный железный купорос	глуховская глина	железная окалина	
83	75	20	5	—	На коричневом фоне много золотистых кристаллов, «утопивших» в глазури. Легко течет
85	55	40	5	—	Глазурь слишком тугоплавка при $900^\circ C$. Фон почти черный; кристаллов мало
88	70	20	10	—	Мелкие золотистые искры внутри темно-коричневого слоя глазури
173**	70	—	12	18	Светло-золотистые довольно крупные кристаллические пластиночки. Текучесть уменьшена, но полной кристаллизации нет

* Миклашевский А. И., Первак С. С. Кристаллические авантюриновые глазури. ЛВХПУ имени Мухомовой В. И., 1955.

** Выдержка уменьшена до 1 ч.

Добавление красящих окислов (от 0,5 до 2%) при помоле фритт кристаллических глазурей первого вида (крупнокристаллических) позволяет окрашивать их в различные цвета. Весьма интересна способность кристаллов адсорбировать относительно большее количество красителя по сравнению с основной массой глазурного стекла, т. е. фона.

Недостатком железных авантюриновых глазурей (мелкокристаллических) является то, что они довольно темные, а сделать их более светлыми трудно, хотя и возможно при повышении температуры обжига.

У. Д. Кингери* отмечает, что для выращивания крупных кристаллов глазурь надо нагревать приблизительно до 1200°С с достаточной выдержкой при этой температуре с целью растворения почти всех центров первоначальной кристаллизации.

Кристаллические глазури. Ниже приведены наиболее характерные примеры кристаллических глазурей.

21. На кафедре керамики ЛВХПУ нами довольно тщательно отработан режим обжига низкотемпературной бессвинцовой кристаллической глазури типа авантюриновой.

Состав фритты (в %): кварц — 26,9; мел — 3,0; поташ — 14,1; кристаллическая бура — 54,3; сода — 1,7.

Сплавление фритты производят при 1000°С, после чего ее выливают в воду. При помоле добавляют жженый в восстановительной среде железный купорос (FeSO_4) или железную окалину, в которой содержится приблизительно 50% FeO и 50% Fe_2O_3 .

В табл. 24 приведены результаты обжига глазурей в окислительной среде при 900°С с общей продолжительностью подъема температуры 8 ч, выдержкой при конечной температуре 2 ч и охлаждением с 900 до 700°С в течение 2 ч.

Как и следовало ожидать, большое количество глинозема (глины) задерживает кристаллизацию. Во всех случаях кристаллизация усилена на краях изделий или на рельефной поверхности, что объясняется, по-видимому, ограничением свободы движения глазурного сплава. Глазури пригодны для низкожгущихся масс ЛВХПУ (табл. 13).

22. Заслуживает внимания кристаллический состав, полученный Ю. Г. Штейнберг (ГИКИ). При сплавлении титаносодержащей эмали с окисью кобальта (Co_2O_3) в количестве 7% от веса шихты она дает при быстром охлаждении (водная грануляция) синий цвет, а при медленном — зеленый. В результате политого обжига в последнем случае образуются многочисленные скопления кристаллов, окрашенных в темно-зеленый цвет. Ее состав (в %): полевой шпат — 34,7; кварц — 16,6; борная кислота — 21,2; доломит — 7,4; окись цинка — 8,7; окись кобальта — 7,1; двуокись титана — 6,5. Температура фриттования — 1250°С.

* Кингери У. Д. Введение в керамику. Стройиздат. 1967.

23. В литературе * рекомендуется проверенная кристаллическая глазурь на высокую температуру для черепка типа электрофарфора. Она образует крупные сферолитовые кристаллы.

Материальный состав фритты (в в. ч.): поташ — 40,0; сода — 6,7; карбонат бария — 12,4; окись цинка — 57,5; двуокись титана — 19,7; кварцевый песок — 89,5.

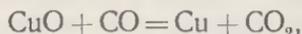
Состав глазури (в %): фритта — 73,4; карбонат кальция — 3,9; каолин — 18,2; кварцевый песок — 4,5; вода — 100,0. Плотность шликера 1,4. Расход глазури составляет 0,3 мл на 1 см². Режим обжига: нагрев до 1275° С за возможно короткое время с выдержкой в течение получаса; быстрое охлаждение до 1100° С с выдержкой в течение от 1 до 4 ч; охлаждение до комнатной температуры.

О восстановлении глазурей. Некоторые окислы, входящие в состав глазурей, способны легко восстанавливаться, т. е. отдавать кислород и переходить или в закисное или в металлическое состояние, находясь даже в глазурном стекле. Основным условием для этого является восстановительная атмосфера в печи и соответствующая температура. Декоративный эффект напоминает игру красок в пленке нефти или керосина на поверхности воды. Оттенки в окраске можно изменять, добавляя другие окрашивающие и неокрашивающие окислы, не восстанавливающиеся при данных условиях, но своим присутствием влияющие на общее окрашивание. Практика применения таких глазурей дала большое количество прекрасных примеров восстановления на керамических изделиях, начиная с весьма давних времен (в Китае, Персии) и до настоящих дней.

Кратко остановимся на возможных принципах восстановления глазурей, вопросы по которым возникали у нас при разработке подобных составов ** (составы см. ниже).

Из некоторых окислов, например окиси ртути (HgO), можно получить кислород простым нагревом без восстановителя. В результате возгоняется чистый металл — ртуть. Давление диссоциирующего кислорода в данном случае весьма велико и превышает парциальное давление кислорода в окружающей атмосфере.

Применяющаяся в глазурях «восстановительного огня» окись меди CuO не отдает своего кислорода при простом нагреве, а требует добавления способствующего этому компонента — восстановителя, «жадного» к соединению с кислородом. С известным приближением восстановление можно выразить уравнением



где CO — восстановитель. При этом требуется нагрев до 500—600° С.

Восстановительная атмосфера в нагретом печном пространстве образуется при введении канифоли, нафталина, промасленных

* Norton F. H. Ceramics for the artist potter, 1955.

** М и к л а ш е в с к и й А. И. Отделочная шамотная керамика с глазурями восстановительного огня. «Стекло и керамика», 1963, № 2.

тряпок, сухих сосновых лучинок и др., после чего печь закрывают и замазывают.

Соединения серебра и золота довольно легко восстанавливаются даже в окислительной атмосфере. Они содержат в препарате различные масла, которых хватает для восстановления. На этом, например, основано применение серебряных и золотых составов (глянцгольд) для метода отводки или росписи керамических изделий. При большом количестве в глазури окислов свинца она также легко проявляет эффект восстановления в восстановительной атмосфере, но он мало декоративен.

Некоторые же окислы очень трудно восстанавливаются. В принятых для восстановления условиях они не создают собственного эффекта (например, NiO и CoO). Даже высокий нагрев не даст возможности диссоциировать соединению без сильного восстановителя. Это можно объяснить тем, что давление кислорода весьма мало по сравнению с парциальным давлением кислорода в атмосфере.

В практической деятельности в известной мере надо учитывать, что чем труднее окисляется металл, тем легче он восстанавливается. Но нет правил без исключения, что обусловлено «поведением» окисла именно в глазурном стекле, а не в свободном виде.

Красивые восстановленные глазури, известные под названием «бычья кровь», содержат медь в присутствии окиси олова (SnO_2). Иногда в окраске появляются синие и пурпурные оттенки.

Известны также серо-зеленые глазури — так называемые силдоны, содержащие закисное железо (до 3—4%). Китайские силдоны на фарфоре имели очень толстый слой снаружи и изнутри. Похожие на нефрит, они очень почитались.

Восстановление можно осуществить карбидом кремния (SiC) в окислительной среде. Из нашего опыта следует, что карбид кремния * трудно окисляется и плавится, но введенный в виде тонкого порошка (1%) в содержащий медь состав, он образует отдельные красноватые точки из-за разложения карборунда и выделения углерода в присутствии щелочных плавней.

Для усиления декоративного эффекта каждой глазури важно разработать для нее соответствующий режим обжига, заключающийся в периодической смене восстановительной атмосферы окислительной. При завышенной температуре восстановление будет слишком энергичным и не даст декоративного эффекта.

В некоторых случаях в капсуль или в печь кладут бумажные пакеты с легко разлагающимися солями: уксуснокислую медь и др.

Глазури «восстановительного огня». Рассмотрим наиболее эффектные из этих глазурей.

* М и к л а ш е в с к и й А. И Карборунд, химический анализ и свойства. ГОНТИ, 1938.

24. Состав фритты (в в. ч.): глет — 33,5; мел — 7,0; поташ — 35,9; безводная бора — 104,7; кварцевый песок — 92,4.

0,15 PbO	}	
0,07 CaO		1,04 B ₂ O ₃
0,26 K ₂ O		1,54 SiO ₂
0,52 Na ₂ O		

После сплавления на 100 в. ч. данной фритты добавляют 1,25 в. ч. AgNO₃ (ляпис) и 2 в. ч. CuO и тщательно измельчают в сухом виде. Полученную глазурь наносят на предварительно эмалированную поверхность. Хорошей «подкладкой» служит цирконовая эмаль типа 348 (см. выше № 15). Ею покрывают многошамотный черепок (масса № 4, табл. 13). Возможно также глазурирование по обожженному черепку без «подкладки» с известной потерей AgNO₃.

Обжиг производят в окислительной среде до расплавления (850—900° С) и при снижении температуры до 600° С восстанавливают пропусканьем городского газа, а также введением других восстановителей: канифоли, лучинок, после чего печь замазывают. Окраска по остыванию — золотая с голубым отливом.

25. Состав фритты (в в. ч.): безводная бора — 201,3; кварцевый песок — 132,0.

После фриттования к 91 в. ч. флюса добавляют 3 в. ч. ZnO, 3 в. ч. SnO₂ и 3 в. ч. CuO. Основная окраска — красная с золотым и голубым отливом.

Указанные глазури (№ 24 и 25) пригодны и для других масс, например для низкожгущегося известкового фаянса. В обе глазури можно добавлять 0,5% беложгущейся глины.

26. Для иллюстрации специального режима обжига при восстановлении приведем описанную в литературе (по Хардеру) медную красную глазурь, обжигаемую при температуре около 1000° С.

Состав фритты (в в. ч.): свинцовые белила — 11,9; мел — 8,3; сода — 4,9; бора — 32,0; кварцевый песок — 13,8; полевой шпат — 16,9; двуокись олова — 1,0; окись меди — 1,2.

Состав глазури (в %): фритта — 76,3; свинцовые белила — 8,3; беложгущаяся глина — 12,5; кварцевый песок — 2,9.

Режим обжига: окисление до 600° С; восстановление — от 600 до 860° С; окисление — от 860 до 960° С; восстановление — от 960 до 1000° С; охлаждение на воздухе.

О краклировании глазури. Преднамеренно получаемый равномерный цек, 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 к р а к л е.

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.

В легкоплавких глазуриях (до 1000°С) во многих случаях хорошая сетка образуется при замене окислов свинца (PbO) окислом натрия (Na₂O). В тугоплавких глазуриях (для фарфора, каменного товара) часть известковых соединений заменяют полевым шпатом. Отмечаемая в иностранной литературе возможность «управлять» рисунком трещин, секретом чего якобы владели китайцы, и создавать, например, имитацию симметричной паутины — на практике, по-видимому, не оправдывается. Путем легкого процарапывания специального рисунка как бы концентрировали напряжения на линиях, но сетка получалась произвольной.

Один из способов краклингования 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.

Увеличение трещин достигается опрыскиванием холодной водой достаточно горячих изделий.

Глазури кракле. Ниже приведен пример одной из таких глазурей.

27. При использовании медных глазурей и глазурей «восстановительного огня» можно получить на красном фоне темно-красное кракле.

Для каменного товара * рекомендуется следующий состав фритты (в в. ч.): прокаленная бура — 40,4; мрамор — 30,0; сурик — 114,0; кварц — 100,0.

Состав глазури (в в. ч.): фритта — 280,0; отмученный каолин — 20,6; окись меди — 4,5.

После обжига глазурированных изделий при температуре 1000°С их покрывают тонким слоем той же глазури и вновь обжигают, но уже в восстановительном пламени, сильном в начальном периоде обжига.

О натуральных глазуриях. Глина, содержащая в своем составе достаточное количество плавней, может служить глазурью. Например; ранняя американская каменная керамика (кувшины, кружки и др.) покрывалась подобными глазуриями благодаря наличию месторождений так называемых ш л и к е р н ы х г л и н (Олбани и др.).

* Б е р д е л ь Е. Приготовление керамических масс, глазури, ОНТИ, 1931.

28. У нас в СССР подобные указанным глазури были разработаны в Технологическом институте имени Ленсовета.

Состав фритты (в %): кирпичная глина — 66,3; суперфосфат — 12,7; борная кислота — 21,0. Этот состав дает легкоплавкую эмаль коричневого цвета. Он опробован на массах с применением лужской глины и др.

Известная коричневая глазурь, обжигаемая при 1230—1250 °С, разработанная в ГИКИ *, состоит из 80% сырой и обожженной кембрийской глины с добавкой 15% карбонатов кальция — магния и окрашивающего пиролюзита (MnO_2) в количестве 5%. Глазурь измельчают до полного прохождения ее через сито 10 000 *отв/см*².

О соляных и других глазурах. В настоящее время так называемые паробразующие составы, к сожалению, редко применяются в качестве глазури для декоративной керамики.

Одним из способов глазурования небольших скульптур, в которых очень важно сохранить тонкие детали лепки, является обжиг их в капсуле, покрытом изнутри легколетучей глазурью, например свинцово-борной. При этом пары осаждаются на изделии очень тонкой пленкой.

С XII столетия известна так называемая соляная глазурь. Декоративные и бытовые изделия, покрытые ею, стали, к сожалению, музейной редкостью. Для ее приготовления сильно увлажненную поваренную соль ($NaCl$), в количестве 1 кг на 1 м³ печи, забрасывают в топку начавшей остывать печи (1200° С). На поверхности спекшегося черепка образуется остеклованная, напоминающая апельсиновую корку, пленка, состоящая в основном из натриевого алюмосиликата. Чтобы получилось хорошее покрытие, к глинистой массе рекомендуется добавлять тонкомолотый песок; количество окислов железа для создания желтой окраски не должно превышать 5—6%. Чтобы поддержать в печи атмосферу водяных паров, в нее подбрасывают влажное топливо.

Глазурование солью производят в отдельной печи, служащей только для этой цели.

Ряд масс может самоглазуровываться, чем пользуются при изготовлении некоторых видов керамики, например искусственных зубов, кратковременно обжигаемых до появления блеска.

При некоторых способах соединения меди, введенные в состав массы в виде растворимых или частично растворимых солей (например, карбоната меди), образуют на ее поверхности так называемые выцветы, которые при обжиге придают белой массе красивую остеклованную голубую окраску. Такие составы называются голубыми египетскими.

С целью получения особого вида декора применяют специальный способ вспучивания глазури. Очень эффективны, например, современные исключительно декоративные итальян-

* Юрчак И. Я., Шейнина М. Е. Разработка составов массы, ангоба и глазури для полукаменного товара. Труды Керамического института, вып. 21, 1948.

ские изделия, покрытые подобной глазурью. В лаборатории кафедры керамики ЛВХПУ удавалось получать подобные эффекты наложением на белую эмаль (циркониевую) черной глазури (содержащей кобальт), взаимодействие которых и изменение валентности кобальта создавали исключительно сильный декоративный эффект, получивший признание на выставках. В глазурь для газовой выделки вводят довольно крупного помола карбонаты кальция (CaCO_3), магния (MgCO_3), бария (BaCO_3) или двуокись марганца (MnO_2), окись меди (CuO) и др.

О глазурях для бытовых и декоративных каменных изделий. Глазури для каменного товара обжигают обычно при $1150\text{--}1200^\circ\text{C}$. В качестве плавня в них входит главным образом полевой шпат или карбонаты кальция совместно с полевым шпатом; часто добавляют соединения цинка.

29. Приведем состав шихты синей глазури по Л. М. Блюмену * (в %): мел — 15,0; полевой шпат — 42,0; кварцевый песок — 27,5; каолин — 15,0; окись кобальта — 0,5.

30. Так называемые б р и с т о л ь с к и е сырые глазури содержат довольно большое количество окиси цинка. Они могут быть как блестящими, так и opakовыми, что декоративно выгодно при изготовлении архитектурно-строительной керамики, терракоты и т. п. Гамма окрасок при этом ограничена.

Опаковая глазурь на температуру созревания $1145\text{--}1165^\circ\text{C}$ имеет следующий состав (в в. ч.): калиевый полевой шпат — 51; окись цинка — 9; карбонат кальция — 19; каолин — 15; кварцевый песок — 6. Плотность суспензии 1,4. Толщина нанесения такой глазури $0,2\text{ мл/см}^2$. Она пригодна для терракоты, а также для красного и серого каменного товара.

О фарфоровых глазурях. Указанные выше глазури могут быть применены для весьма разных видов керамики при условии их согласованности с ней. Фарфоровые же глазури идут в основном для фарфоровых масс. Сходство составов с составами черепка (см. табл. 25) в значительной степени облегчает пригонку их к черепку. Изготовление их просто, так как они в основном сырые, но измельчение весьма тонкое, контролируемое ситом $10\ 000\ \text{отв/см}^2$. Однако из-за необходимости получать высокие температуры работающий с фарфором художник обычно прибегает к технической помощи завода, что ограничивает его в творческой деятельности.

Глазури и массы для костяного (мягкого) фарфора разработаны на фарфоровом заводе имени М. В. Ломоносова.

О фаянсовых глазурях. Фаянсовые глазури более легкоплавки, чем фарфоровые. Их изготавливают как бесцветными, так и цветными. Кроме того, они могут быть с пониженной и повышенной температурой розлива. Первые применяются в основном для получения декоративных изделий, в которых нужно подчеркнуть красочный эффект декора; они обжигаются в среднем при 1000°C ; могут

* Б л ю м е н Л. М. Глазури. Промстройиздат, 1954.

использоваться и для майолики. Вторые идут для твердого бытового фаянса, в котором часто используют подглазурную живопись. Глазурный обжиг идет при температуре до 1160—1180° С.

Таблица 25

Материальный состав фарфоровых масс и глазурей (примеры)

Наименование сырьевых материалов	Дулевский завод		ГИКИ	
	Масса	Глазурь	Масса	Глазурь
Каолин	33,0	5,0	35,0	8,0
Глина (белая огнеупорная)	13,0	—	11,0	—
Кварц	—	30,0	—	30,0
Кварцевый песок	26,0	—	26,0	—
Полевой шпат	20,0	36,0	20,0	36,0
Фарфоровый бой	8,0	17,0	8,0	14,0
«Опока» (доломит)	—	12,0	—	12,0

В связи с относительной легкоплавкостью фаянсовых глазурей палитра подглазурных красок, идущих для фаянса, весьма богата и ярка. Однако щелочноборные составы ослабляют и размывают ряд красок, но усиливают кобальтовые и медные. Наличие окислов свинца почти всегда способствует развитию окрасок.

31. Применение стронциевых глазурей показало, что они не уступают свинцовым по многим свойствам и способствуют развитию подглазурной палитры. В примерах глазурей, применяемых для майолики, мы отмечали подобные составы, обжигаемые при 900—1000° С.

Приведем пример стронциево-магниево-безборной глазури с весьма широким температурным интервалом розлива (1040—1250° С), предложенной ГИКИ для использования в промышленности.

Состав фритты (в %): полевой шпат — 24,2; кварц — 36,0; карбонат стронция — 23,1; сода — 10,1; магнезит — 6,6. Температура фриттования 1300° С. При помоле фритты добавляется каолин или глина типа дружковской. Плотность глазурного шликера — около 1,4.

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ

НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ДЕКОРИРОВАНИЯ КЕРАМИКИ

В настоящей главе излагаются весьма немногие методы («техники») декорирования керамических изделий.

Изучив данное пособие, керамист-художник научится работать с технологической литературой по керамике, в которой он найдет

описание многочисленных методов декорирования, и сможет успешно применять их на практике.

Учащемуся надо помнить, что плохих методов декорирования нет. Так, декорирование золотом не имеет никаких преимуществ перед декорированием железом. Надо только познать, где уместно применить один метод, а где — другой.

В прошлом весьма скупыми средствами декорирования создавались красивые керамические изделия. Это мы часто наблюдаем на керамике, изготовленной народными мастерами.

1. Узорно-рельефное офактуривание керамической поверхности

Светотень (рельефный штамп). Узор, рассчитанный на игру светотени, использовался давно — как в архитектурной керамике (рельефная кладка кирпича), так и в декоративно-бытовой (рис. 143).



Рис. 143. Небольшая скульптура из керамики, офактуренная штампом



Рис. 144. Глазурованная ваза, декорированная гравированием

Штапки для нанесения узора (орнамента) можно изготовить из гипса или из глины путем скатывания из нее небольшой болванки, проявляния до состояния, при котором срезы слегка блестят, и обжига.

В Китае в качестве штампа применяли рисовое зерно, которое после выгорания образовывало углубления.

Процарапывание и вырезание контура (гравирование). Для гравирования можно пользоваться самостоятельно изготовленным резцом — ш к и ц о в к о й. Он представляет собой гвоздь, вбитый в деревянную ручку, шляпка которого сплющена и затем обточена полукругом, как хозяйственная полукруглая сечка. Гравирование сырого изделия производят по хорошо подвяленной глине.

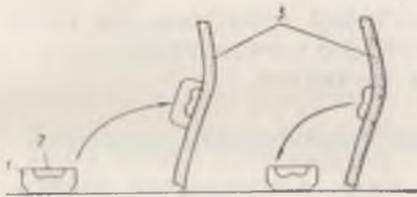


Рис. 145. Схема перенесения наlepки с помощью формы

1 — форма; 2 — глинистая масса; 3 — разрез сырого черепка

Выявленные контуром места заполняются глазурью, которая, оттягиваясь от процарапанного контура, хорошо выявляет узор. Эту площадь можно заполнить и ангобом, а затем изделие заглазуровать (рис. 144).

Наlepка форм (веджвудские камеи — «аппликации»). В старину это украшение применялось весьма широко как англий-

скими керамистами, так и при изготовлении рейнской каменной посуды, покрытой обыкновенно одноцветной глазурью.

Перенесение наlepки с помощью формы видно из схемы (рис. 145). Рельефы формируются из пластичной, просвечивающей после обжига



Рис. 146. Рельеф типа веджвудских камеи (белый на голубом фоне)

массы, с помощью небольших тонко детализированных форм. Формы для промышленных работ делают из «бисквита». Отформованные детали или части их осторожно поднимают шпателем и наносят на кожетвердое изделие, поверхность которого смочена не шликером (во избежание загрязнения фона), а водой с помощью кисти. Рельеф плотно присасывается к черепку (рис. 146).

Применявшийся более ранними керамистами метод состоит в закрашивании намеченных мест гипсовой формы полупрозрачным белым шликером, а затем заливке окрашенного основного шликера в форму. Различная толщина полупрозрачного шликера придает цвету фона различную интенсивность, после того как появится просвечиваемость. Эффект получается почти такой же, как и при методе *paté sur paté* (см. ниже).

Сверление и вырезание. Первоначальный рисунок должен быть очень прост и состоять, скажем, из кружков, овальных листиков и т. п. с довольно большими расстояниями от просветов.

В местах, которые подлежат вырезанию, делают небольшие наколы и с малым давлением (первоначально — сверлом от руки) просверливают тонкие отверстия. Затем заточенным с обеих сторон ножом с тонким лезвием вырезают рисунок. Массу режут под некоторым углом, благодаря чему достигается иллюзия выреза, который на самом деле меньше, чем будет казаться.

Вырезание можно эффектно применить к двустенным изделиям (одно изделие вставлено в другое), делая вырезы на наружной стенке, а внутреннюю — оставляя целой.

В доньшке, например, наружной чаши делается отверстие для стока глазури во время глазурования и удаления кусочков массы при вырезании.

На рис. 147 показана ажурная резная ваза современной китайской работы. На заводах такие изделия изготовляют с помощью гипсовых форм. Намеченный для вырезания рисунок наносится на модель в виде тонкой вдавленной линии.



Рис. 147. Резная ваза современной работы

2. Подглазурные, надглазурные и другие техники декорирования

Подглазурный декор в большинстве случаев выполняют по обожженному черепку, после чего его покрывают прозрачной глазурью. Все окрашивающие составы должны быть достаточно стойкими при обжиге по отношению к накрывающей их глазури. Окрашенный, например, хромом состав (зеленый) не может быть применен под глазурью, которая содержит олово, так как обычно сильно изменяет свой цвет и иногда контур рисунка.

Ангобирование. Эта техника (см. гл. 5) весьма разнообразна как в отношении состава ангобов, так и по приемам работы и

назначению. В одних случаях ангобирование служит лишь целям декорирования, а в других — для уменьшения водопроницаемости черепка. При изготовлении, например, ванн из шамотизированных масс (фейертоновых) их покрывают белым ангобом, а затем глазуруют. Особым ангобом покрывают черепицу, чтобы уменьшить ее водопоглощение.

Тонкий помол материалов, идущих в ангобный слой, в основном способствует упрочению связи его с изделием, но надо помнить, что такой ангоб в тонком слое спекается значительно больше, чем основная масса. Лишь определенные добавки могут обеспечить соответствие черепка с ангобом и прочное сцепление. Этим путем на весьма пористом черепке (с водопоглощением 19—21%) можно получить почти водонепроницаемую ангобную пленку. Добавки в ангобы окисей кальция и цинка во многих случаях способствуют упрочению связи с черепком, обнаруживающейся после обжига.

Способ нанесения ангоба пульверизацией хорош только тогда, когда нужно получить очень тонкий слой его одинаковой толщины (не более 0,2—0,3 мм).

Ангобирование толстостенного изделия лучше производить тогда, когда оно достаточно сухое, ибо верхняя пленка ангоба,

Ангобы

Название материалов	Синие					Бирюзовые	
Белый ангоб	100	100	100	100	100	100	100
Окись кобальта	4						
Хлористый кобальт			12				
Дулевский синий краситель			10—20				
Дулевская подглазурная краска фаянсовая синяя				10			
Подглазурная синяя краска					15—30		
Окись меди						1—7	
Медный купорос							16
Окись хрома							
Дулевская подглазурная краска № 54-45							
Подглазурная краска № 66							
Желтый пигмент *							
Красная кембрийская масса							
Окись железа							
Черный пигмент **							
Черный ангоб							
Перекись марганца							
Кембрийская глина							
Дулевская синяя							

* Свинцово-сурьмянистый — иногда с добавкой окиси олова, песка. } Температу
 ** Железо-хромо-кобальтовый — иногда с добавкой перекиси марганца. }

даже при соблюдении всех правил сушки, высыхает быстрее, чем вся масса. Ангобирование производят по сырому и по обожженному (утельному) черепку. В некоторых случаях в ангоб добавляют клей.

Ангоб (вместе с красителем) обычно приготавливают путем мокрого помола в шаровой мельнице до остатка на сите 10 000 *отв/см²* не более 3—5%. Перед работой его процеживают через сито не менее 900 *отв/см²* и разбавляют водой до консистенции сливок (плотность 1,6—1,8). Необходимо следить за тем, чтобы в шликере не содержалось много пузырьков воздуха, так как в процессе обжига они лопаются и портят поверхность.

Составы некоторых ангобов ЛВХПУ (подглазурные шликеры). Белый основной ангоб состоит из следующих компонентов: 30% шамота из часовъярской глины, 30% часовъярской глины, 10% каолина, 20% кварцевого песка, 10% мела. После измельчения он должен полностью пройти через сито 4900 *отв/см²*. К белому ангобу добавляют красители производства Дулевского или Киевского керамических заводов или просто красящие окислы и соли металлов (см. табл. 26). Данные для красящих добавок рассчитаны сверх 100% по отношению к основному ангобу.

Таблица 26

ЛВХПУ

Зеленые		Сине-зеленый	Желтый	Черный	Серый	Коричневые		
100	100	100	100	—	100	100	—	—
3—6	10—15	3—4	15—20	100 12 2—4	6	8—10	2—3	—
	20—30						100	100 10—15

из прокаливания от 700 до 1000° С.

Для получения красного цвета служит селеновый пигмент. Он изготавливается, например, из углекислого кадмия (80,24%), металлического селена (5,31%) и серы (14,45%), смесь которых прожигают в фарфоровой чашке на электрической плитке при температуре около 350° С до появления хорошего красного оттенка (см. гл. 11).

В качестве розового пигмента можно применить искусственный розовый корунд (марганцевый рубин). Он разработан в ГИКИ Н. К. Антоневиц. При обжиге свыше 1200° С смесь глинозема и фосфорнокислого марганца в известных условиях дает стойкий розовый пигмент, который можно вводить от 3 до 10% в окрашиваемую массу.

Окрашивание гипсовой формы. Разобранная чистая гипсовая форма, протертая для увлажнения губкой, раскрашивается окра-



Рис. 148. Шкатулка современной китайской работы (инкрустация)

шенным шликером по задуманному рисунку. Затем она по возможности быстро собирается и заливается белым литейным шликером, как обычно. Потом изделие глазуруют.

Английские керамисты широко применяли подобный метод для изготовления изделий голубого с белым.

Керамическая инкрустация. Данный метод состоит из несквозного, под известным углом, вырезания углублений в

поверхности и впрессовывания в эти места однотипных пластичных масс различных цветов (рис. 148).

На майолике и фаянсе этот способ впервые применили во Франции.

Фляндровочный рисунок. Фляндровка известна на Руси с X века. Только что залитое ангобом изделие быстро помещают на турнетку. Там, где намечено сделать фляндровочный рисунок, проводят наполненной контрастным ангобом (еле касаясь изделия) грушей спиральную или волнообразную линию, на которую или около которой наносят другими ангобами кружочки, точки или несколько более толстых линий (подобно пастилажу, см. рис. 54). Если изделие крупное и на него предполагается нанести довольно крупный рисунок, то деревянной рогулькой (Г-образная палочка с острым концом) чередуют движения перпендикулярно нанесенным линиям (вверх — вниз), создавая характерный фляндровочный рисунок.

Для более тонкой работы и более мелкого рисунка деревянную рогульку можно заменить очень тонкой проволокой, щетинным волосом или несколькими волосками заячьих усов (как это делали

в старину), вставленными в деревяшку или просто в комок глины. Этот метод требует «твердости» руки и не терпит промедления, так как ангобы быстро высыхают и могут не дать «растяжки», т. е. втягивания одного ангоба в другой.

Разновидностью способа, хотя и нетипичной фляндровкой, является и а к а п ы в а н и е а н г о б а н а а н г о б; это делают, не касаясь поверхности изделия. Находящийся на доске предмет сразу же ставят на подставку с «горбом» и легким подергиванием к себе и от себя или качанием заставляют втянуться на поверхность волосяные линии (прожилки) основного ангоба.

Другой разновидностью способа является приготовление ангоба не на воде, а на настойке табачных листьев. Тогда капли ангоба, нанесенные на край высокого сосуда, стекая вниз, «разрастаются» в фантастические деревья с кружевным тонким узором.

Мраморизация («мрамор»). а) Встряхивание. Покрытое сплошным слоем ангоба изделие тотчас ставят на турнетку и цветными ангобами (сероватых и зеленоватых тонов) при помощи груши наносят по вертикали удлиненные мазки («кляксы»). Затем, вращая турнетку, наносят подобную спирали линию, вода грушей снизу вверх и наоборот. Изделие при этом встряхивают для растекания шликеров. Подобного эффекта достигают, окуная изделие в шликер, в который дополнительно накапаны, но не смешаны цветные шликеры.

Особый «мрамор» получается при использовании на белом фоне четырех красок: фиолетовой с марганцем, желтой с хромом, зеленой с медью и черной с марганцем и железом. Окись меди или состав с окисью меди со многими глазурями дает легкоплавкие соединения.

б. Л и т ь е в ф о р м у. Подобренные по цвету ангобы сливают в ковш, но не размешивают их. Гипсовую форму ставят на турнетку и, медленно вращая ее, стараются налить на стенки формы смесь ангобов (по палочке). Затем осторожно заливают основную массу и выдерживают до набирания черепка желаемой толщины.

в) О т м и н к а. Две-три окрашенные в разные цвета пластичные массы слегка переминают, чтобы не возникла однородность в цвете, разрезают на пластинки и заформовывают в гипсовые формы (рис. 149).



Рис. 149. Блюдо под мрамор (XVIII в., Дагестан)

Терра-аргета (лаки). Под названием «терра-аргета» или просто «аргета» объединяют техники покрытия керамических изделий тонкой лакообразной глинистой пленкой, дающей слабый блеск ($\alpha\rho\upsilon\tau\eta\iota\omicron\upsilon\delta$ — глянецвитый). Сюда входят и древнеримские красные покрытия под названием «терра-сигиллята», и греческие черные «терра-нигра», и некоторые другие.

Эффект пленочного покрытия напоминает глянецвитую пленку, которую можно сравнить с пленкой, образующейся после грозового дождя над высохшей глинистой лужей, хорошо видимую, если стоять против света.

Для получения терра-сигиллята некоторые авторы (Винтер) рекомендуют работать с глиной, которая после обжига дает хороший красный цвет. Снятая с нее коллоидальная фракция (слив) имеет несколько отличающуюся от основной массы окраску. Они полагают, что ионизация после грозы дождевой воды, которую применяли для этого способа в древности, способствовала получению тонких суспензий для керамики. Из их опыта следует, что если в 1 л свежей дождевой или дистиллированной воды растворить 5 г кристаллической соды и размешать в ней 250 г глины («земли»), то в зависимости от ее свойств можно будет наблюдать три различного вида действия этой щелочи на глину: одни глины быстро осаждаются без остаточной мути, другие — только после продолжительного времени образуют на дне сосуда отчетливо выраженный осадок, а сверху — равномерно взмученный слой; третьи — совсем не создают осадка, который почти весь находится во взвешенном состоянии. Чтобы получить с них весьма тонкие фракции, взвесь сливают и выпаривают до нужной консистенции. Для уменьшения усушки взвесь надо предварительно прокалить в течение 2 ч, не превышая 200—250° С.

В развитие указанного рекомендуется снять свежую после 24-часового стояния коллоидальную взвесь и перелить ее для дальнейшего отстаивания (от недели до месяца), а небольшой осадок смешать с основной рабочей массой, идущей для черепка.

Внешне свободные от глины пески тоже дают шликеры, пригодные для образования интенсивно красного (после обжига) цвета. Эти так называемые песочные аргеты почти не содержат глинистого вещества.

Терра-аргета обжигается при температуре 900—1000° С. В восстановительной атмосфере она получается весьма черного цвета. В окислительной среде черный цвет может получаться одновременно с красным, если в состав черного добавлены такие красители, как марганец, кобальт, которые в присутствии железа дают черную окраску.

А. И. Августиник и В. Н. Ледник (ГИКИ), исследуя этрусские лаки, установили посредством спектрального анализа наличие в черных античных лаках марганца.

П. Рада приводит следующий рациональный (минеральный) состав римской терра-сигиллята в весовых частях: ила — 36,26;

двуокиси кремния — 39,85; полевого шпата — 17,18; углекислого кальция — 0,53; окиси железа — 0,78; окиси марганца — 0,40.

Особый интерес вызывают древние сосуды, имеющие на своей поверхности «лаковые» красные, черные и белые тона одновременно, полученные, возможно, без специальной добавки красителя, затрудняющего лакообразование.

Можно рекомендовать учащимся (членам СНО) в качестве темы для исследования следующую: получить первоначально два рядом покрытия, одно из которых в окислительном обжиге даст белый цвет (коллоидальные фракции белой глины), а другое — красный (глина с железом). При изменении окислительного обжига на восстановительный мы должны получить зауглероженную белую окраску и зауглероженную, но с наличием Fe_3O_4 , — черную. Если теперь дополнить рисунок железистым составом и снова подвергнуть изделие непродолжительному окислительному обжигу, то, по видимому, получим все три цвета. Зауглероженности белого и образования ее в красном при окислительном обжиге не будет (в белом выгорит), но черный цвет магнитного железняка (Fe_3O_4) благодаря стойкости его к окислению может сохраниться.

Эстампаж. Данный способ требует применения шаблона (из лосок металла) и пресса. Он рационален там, где рисунок должен подвергаться значительному истиранию (например, в половых плитках). В этих случаях рисунок не глазуруют. Описание способа дано в книге П. Н. Мусиенко *.

Paté sur paté (паста на пасту). Впервые примененный на Севрской фарфоровой мануфактуре, метод состоит в нанесении ряда слоев просвечивающей (после обжига) глазури в виде небольшого рельефа, образующего рисунок. Наиболее широко он применяется на фарфоре, где тонкие слои остекловывающего шликера (в основном белого или слегка подкрашенного) наносят кистью на поверхность окрашенного сырого, бисквитного и даже глазурованного черепка, который служит фоном для рисунка. Во многих случаях к подобным шликерам добавляют гуммиарабик или желатозу и др. Последующий слой наносится тогда, когда нижележащий высохнет.

Этот метод рекомендуется освоить в порядке исследования в СНО.

Трафарет. Трафарет делают из тонкой жести, свинцовой фольги или картона (для плоских изделий). Китайцы для трафаретов применяли даже листья растений.

С помощью трафарета можно выполнять так называемый «цветочный букет», бортовые рисунки, ленты. Используя несколько трафаретов и теневое крытье (восходящее или нисходящее), можно достигать известной живописности рисунка.

* Мусиенко П. Н. Керамика в архитектуре и строительстве. Изд-во Акад. архитектуры УССР, 1953.

В вытяжном шкафу на поверхность изделия наносят аэрографом окрашенный шликер (или подглазурную краску). Если рисунок многокрасочный, то первый трафарет осторожно снимают и по меткам накладывают второй, третий и т. д.

Бортовой рисунок наносят с помощью турнетки, которая вращается левой рукой работающего. Если применяется теневое крытье (рис. 150), т. е. постепенное изменение тона, то пульверизатор держат несколько выше или ниже декорируемого места.

Большие возможности заключаются в использовании весьма маленького пульверизатора, действующего как небольшая кисть. Некоторые современные итальянские изделия весьма декоративно оформлены этим методом.

Подглазурная керамическая пастель (подглазурный карандаш). Керамическая пастель — это цветные карандаши, содержащие в своем составе наполнитель, например каолин или глину, а также краситель — подглазурную краску или красящие окислы металлов. Связующими веществами служат гуммиарабик, казеиновый клей, воск, декстрин.

Опробование в ЛВХПУ метода изготовления и применения цветных карандашей показало, что наиболее благоприятен следующий состав: 75% красителя, 22% каолина (просяновский, отмученный) и 3% декстрина. Из подвяленной массы можно формовать валики диаметром 5—6 мм и длиной 6—7 см, которые для прочности надо обертывать бумагой или формовать под давлением. Лучше писать ими по шероховатой поверхности (бисквитной).

которые для прочности надо обертывать бумагой или формовать под давлением. Лучше писать ими по шероховатой поверхности (бисквитной).

Роспись растворами солей. Роспись солями часто сравнивают с росписью акварелью. Однако от последней она весьма отличается тем, что сделанный по утелу рисунок иногда до и большей частью после глазурирования обжигается.

Наиболее часто данный метод применяется на скульптуре и вазах. В качестве исходных материалов служат главным образом азотнокислые, а также хлористые и сернокислые соли красящих металлов (хрома, кобальта, меди, золота) и другие, растворяю-



Рис. 150. Многокрасочный рисунок с оттенками, сделанный через трафарет (курсовая работа ЛВХПУ)

щиеся в воде. Цвет раствора соли обычно резко отличается от ее цвета после обжига на изделии.

Растворителем для красящих солей обычно служит вода, а разбавителем может быть смесь воды с глицерином (1 : 1, 1 : 2 и т. д.) или только вода (в некоторых случаях применяют добавки декстрина). Многие добавляют в растворитель хлористый алюминий (бесцветная соль). Наличие алюминия способствует получению стеклоподобных окрашенных соединений в присутствии кремнезема. Для изменения тона вносят также добавки соединений цинка и олова, которые сами не окрашены.

Керамисту-художнику приходится иметь дело со сложными переходами одного цвета в другой, о чем свидетельствует следующий пример: сухая соль азотнокислого кобальта имеет малиново-красный оттенок, а насыщенный ее раствор — весьма темно-малиново-красный. Нанесенный, скажем, на фарфор или фаянс, раствор дает розовый цвет, который после сушки светлеет. В результате прокаливания до $700\text{--}750^\circ\text{C}$ он приобретает серую окраску, а свыше этой температуры — голубую; после окончательного обжига с глазурью — темно-синюю.



Рис. 151. Плитка. Роспись кобальтовой солью (курсовая работа ЛВХПУ)

Как показал опыт, соли успешно применимы и к известковому низкожгущемуся фаянсу, имеющему большую пористость. По сырой глазури они дают весьма разнообразную и эффектную палитру красок, которая отличается особой мягкостью и глубиной тона (рис. 151).

Подробно и доступно указанный метод описан в брошюре Т. З. Подрябинникова.*

Кобальтовая синь. Мягкие и нежные тона, по эффекту подобные получаемым при росписи солями, проявляются в результате использования так называемых о с т р о о г н е в ы х красок. Они вжигаются в фарфоровую обожженную глазурь и проникают внутрь нее; в основном это кобальт (реже — марганец), который подфлюсовывается или полевым шпатом, или самой глазурью, или борными соединениями.

Декорирование глазурями. Применять цветные глазури для декорирования удобно тогда, когда они разделены перегородками,

* П о д р я б и н н и к о в Т. З. Мой опыт росписи фарфора и фаянса растворами солей. Росгизместром, 1954.

имеющими в то же время и самостоятельное художественное значение. Для этого можно использовать несколько приемов, показанных на рис. 152.

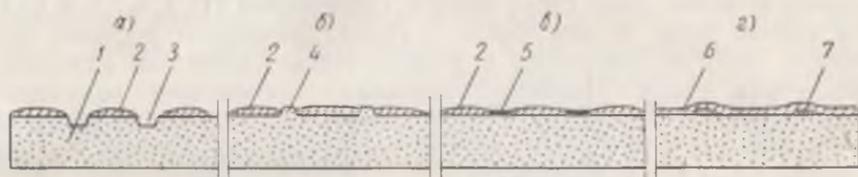


Рис. 152. Схемы способов декорирования глазурями

1 — черепок; 2 — глазурь; 3 — канавка; 4 — выступ; 5 — черная подглазурная краска («мертвый» край); 6 — прозрачная легкоплавкая глазурь; 7 — окрашенная тугоплавкая глазурь

Образование выступающих перегородок довольно сложно, так как выскабливание площадей приводит к быстрому усыханию



Рис. 153. Плитка. Роспись по сырой эмали (курсовая работа ЛВХПУ)

получающихся перегородок и их ломке, поэтому желательно накладывать их с помощью густого шликера поверх сырого черепка и, если необходимо, подрезать.

Контур из черных линий («мертвый» край) с целью разделения окрасок применяли китайские керамисты при подглазурной росписи эмалями, растекающимися по фарфору.

Декорирование по сырой эмали (дельфт). Это в основном живопись. Она широко применялась в Италии и Голландии (в г. Дельфте — с XVI века). По названию города называют и способ. Наиболее часто он применялся на плитках, по ним расписывали также блюда и вазы.

На подвяленную, но не высохшую, обычно белую сырую эмаль, нанесенную окупанием или поливом, художник быстро, без поправки, полной кистью и без сильного нажима, наносит рисунок.

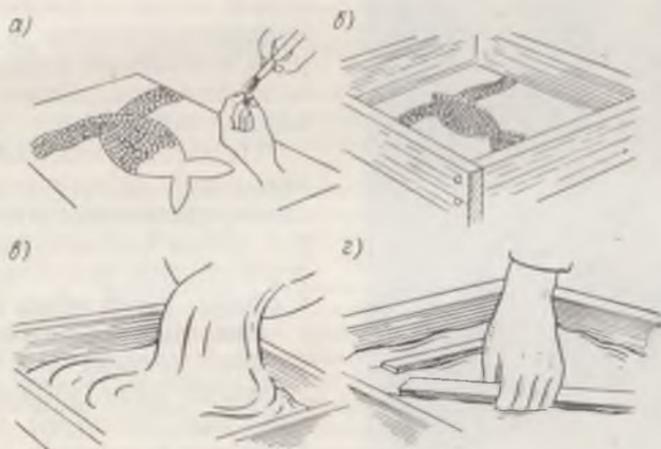


Рис. 154. Схема работы с керамической мозаикой

Нанесение грунта пульверизатором дает рыхлый слой, снимающийся при росписи кистью. Обычно рисунки исполняются без предварительного нанесения контура, и только в очень сложных композициях применяют припорох (см. гл. 10). В старинной керамике можно видеть обводку контура темной краской.

Для предотвращения быстрого присасывания кисти к подкладочной эмали при «расправлении» краски в нее можно добавить немного глицерина, который замедляет всасывание воды эмалью.

Важно получить не поверхностную красочную пленку рисунка, а яркое и сочное изображение, как одно целое с эмалью (рис. 153).

Во избежание трудностей, связанных с невозможностью подправки и подчистки рисунка сложной композиции, краски иногда накладывают на полуобожженную эмаль. После обжига красок изделие покрывают тончайшим слоем легкоплавкой борносвинцовой глазури.

Керамическая мозаика. Для этой цели рекомендуется из глинистой массы заготовить впрок небольшие квадратiki (или усеченные пирамидки), обожженные «на бисквит». Всякую оставшуюся глазурь, которой не хватит покрыть изделие, можно наносить

кистью на эти квадратики (как делаем мы) и при случае обжигать на свободных местах печи. Квадратики должны собираться и отсортировываться по цветам так, чтобы в любое время можно было быстро находить любые тона.

Рисунок для мозаики выполняется на толстом куске бумаги (желательно в красках). Цветочные керамические квадратики

с помощью клея (гуммиарабика и др.) набирают лицевой стороной вниз, оставляя небольшие промежутки-щели между ними. Когда весь набор будет расположен согласно рисунку, то вокруг него помещают деревянную раму и заливают жидким гипсом или цементом. Для прочности кладут каркас (рис. 154).

На рис. 155 изображено большое панно крупнокусковой мозаики, сделанное путем разрезания его на наиболее выгодные в декоративном отношении куски и сборки после обжига.

Надглазурная живопись. О начальной технике надглазурной живописи было сказано в десятой главе. Здесь мы несколько расширим эту тему.

Для получения, например, лучшего блеска или растекаемости, при «расправлении» красок



Рис. 155. Большое панно крупнокусковой керамической мозаики (курсовая работа ЛВХПУ)

в них добавляют некоторое количество того или иного флюса, который имеется в продаже в готовом виде. Однако надо знать, какой флюс можно добавить в краску, чтобы не изменить ее основной цвет.

Флюсы, добавляемые при самом изготовлении краски, а также приготовленные отдельно, являются в основном натросвинцово-борными силикатами, но иногда они содержат цинк, олово, цирконий, титан, которые приглушают прозрачность краски или специально влияют на ее цвет. На Дулевском керамическом заводе разрабатываются составы бессвинцовых флюсов.

Смешивать краски между собой следует тогда, когда это дает соответствующий эффект. Например, смешивать между собой черные краски почти не имеет смысла. Не все смешанные краски хороши

по оттенкам; некоторые из них теряют свою яркость. Хороши смеси зеленых и голубых с желтыми красками.

Для успешной работы с надглазурными красками надо всесторонне изучить их свойства и произвести наблюдения над всеми цветами красок по примеру, приведенному в табл. 27.

Т а б л и ц а 27

Синие цвета надглазурных красок 688, 689 и 825

Свойства красок при нанесении их на фарфор до обжига	Свойства красок после обжига
<p>В состав этих красок входит окись кобальта</p> <p>До обжига они серо-синие. Работу кистью на мазок этими красками выполняют быстрыми безостановочными движениями</p> <p>Краски можно смешивать между собой, а также и с другими красками, кроме как с черными № 39, 638, с серыми № 25, 93, 96, с селеном № 622, 623, 624. Смешивать с коралловыми красками нельзя. С черной № 1021 смешивать можно</p> <p>При лессировочных работах краски № 688, 689, 825 являются подкладочными, так как температура обжига их 800° С. При нанесении густого слоя работать тампоном трудно. Хорошее покрытие этими красками достигается при использовании аэрографа</p>	<p>Все эти краски после обжига меняют цвет, становясь гораздо ярче и сочнее. Они хорошо впаиваются в глазурь и становятся очень прочными. В тонком слое после обжига они часто получают матовыми; для блеска необходимо добавлять флюс № 1</p>

Краски можно разделить на три категории:

- 1) прозрачные лессировочные; легко смешиваются между собой и обжигаются при 600—700° С;
- 2) подкладочные прозрачные; легко смешиваются, но обжигаются при температуре 800° С;
- 3) декоративные краски (кроющие); применяются для декоративных работ, раскраски скульптуры, крытья посуды; они обжигаются при температуре 600—700° С.

Лессировка — это нанесение тонких слоев прозрачной краски на обожженный или хорошо просушенный нижний слой краски. Данная техника основана на том, что вначале художник производит раскладку цветов на всей своей композиции для установления светосилы и цвета (старые мастера называли раскладку подмалевкой). Подмалевка, или первая раскладка, закрепляется на фарфоре обжигом.

Раскладку, или подмалевку, делают подкладочными красками, обжигающимися при более высокой температуре и сильно впаивающимися в глазурь.

При обжиге не следует допускать «недожог» или «пережог». Первый ведет к цеку и недостаточной механической прочности окрашенного слоя, а второй — к выгоранию красок и изменению цвета. Например, бирюзовые краски при пережоге становятся серо-голубыми; пурпурные и розовые получают синеватый оттенок; жидкое золото теряет блеск и стирается. Вспучивание красок происходит в результате слишком быстрого подъема температуры в муфелье. Матовая поверхность (вместо ожидаемой зеркальной) получается вследствие проникновения иногда попадающих паров воды или из-за непрокаленных сырых стенок нового муффеля, или же из-за непрокаленных лещадок, которыми перекалывают товар.

В качестве надглазурных красок применяют в некоторых случаях и цветные легкоплавкие эмали, чтобы получить рисунок с увеличенным рельефом. Эмаль с помощью кисти наносят на изделие, предварительно обожженное с более тугоплавкой эмалью, служащей фоном. Эффектно выглядят изделия с белым рисунком на синем фоне. Чтобы получить тонкие рельефные линии, эмаль следует загустить.

Декалькомания. Успешно используют декалькоманию художники Италии и Франции. Благодаря хорошему качеству красок и картинок (деколей) ее трудно отличить от ручной живописи. Отлично выглядят изделия, на всю поверхность которых нанесен этим способом стилизованный орнамент.

Сущность способа заключается в том, что красочный рисунок наносят на глазурованный (в основном) и на неглазурованный черепок с помощью готовой переводной картинке, похожей на всем известные детские переводные картинки. Только картинка (деколь) сделана на гуммированной бумаге с применением керамических (несгорающих) красок. Более подробные сведения о декалькомании приведены в книге Т. И. Цындры. *

Золочение. Ниже описаны четыре основных способа золочения керамических изделий.

Роспись глянцево-гольдом (жидкое золото). Обычно такое золото применяют для отводки изделий по краю с помощью турнетки. Сам препарат представляет собой темную сильно пахнущую жидкость, в которой содержится сравнительно немного золота (9 и 12%). Слишком жидкий препарат не «держит» мазка и расплывается. Поэтому приступать к работе лучше после того, как золото слегка загустеет, а затем писать, как обычной краской. Следует избегать подчисток кистью, потому что после обжига могут остаться лиловые подтеки. При муфельном обжиге (730—760° С) глянцево-гольд разлагается и образует блестящую пленку металлического золота.

Роспись порошковым золотом. Такой препарат выпускается с содержанием примерно 72, 63 и 62% золота. Перед употреблением порошок высыпают на матовое стекло и, так же как

* Цындра Т. И. Изготовление декалькомании. Госхимтехиздат, 1932.

краски, растирают на скипидаре, добавляя масло. «Расправленному» золоту (неметаллическим шпателем), предохраняя его от пыли, надо дать немного вылежаться. После обжига порошковое золото становится матовым (коричневым). Для придания ему блеска его полируют агатовым карандашом.

Роспись посредством припороха. Иногда золотой декор выполняют с предварительным нанесением на глазурованное изделие рисунка с помощью лака. Затем опыляют эти места порошковым золотом, которое приклеивается к лакированной поверхности и легко снимается с глазурованной части.

Рельеф с золотом (травление). Такой рельеф можно выполнить несколькими приемами. Один из них следующий. Места глазурованного изделия, которые не должны быть затронуты плавниковой кислотой (HF), покрывают пленкой растопленного воска. Затем изделие погружают в разбавленную кислоту на то время, пока глазурь и черепок не будут протравлены на глубину 0,3—0,5 мм и более. Все операции надо производить в хорошем вытяжном шкафу и в резиновых перчатках. После промывки и сушки такой декор обычно золотят, получая рельеф с блестящим и матовым золотом.

Люстр. Как сам препарат, так и тонкую пленку на поверхности глазури, дающую в силу оптических явлений радужные цвета (интерференцию падающих и отраженных лучей), называют люстром.

В сохранившемся иранском рецепте XIII века глазурное покрытие с применением люстра называют «глазурью о двух печах» (декор, требующий двукратного обжига). На Ближнем Востоке люстр известен с XII в.

Близкий по технике к глянецгольду, люстр, в отличие от него, воспринимается как неразрывное целое с поверхностью глазури.

С химической точки зрения люстры — это растворенные в эфирных маслах (например, лавандовом) соли смоляных кислот — резинаты меди, железа, висмута, золота, платины, серебра и др. Металлический отблеск люстра является следствием диффузии металла на небольшую глубину в поверхностный слой размягченной глазури в момент восстановления, которое происходит из-за наличия эфирных масел в люстре. Образование тонкого (почти молекулярного) слоя металла или его соединения с отщепляющимся от основной глазури коэффициентом преломления может вызвать разложение светового луча, что и дает так называемую «игру красок».

К сожалению, химия этого процесса еще недостаточно изучена. Из экспериментальных данных Э. Э. Мазо * следует, что серебро, например, способно внедряться в пустоты неупорядоченной трехмерной сетки стекла, «разрыхляя» ее и «ослабляя» связи, которыми удерживается в стекле входящий в него натрий.

* М а з о Э. Э. Изучение поверхностного окрашивания стекла соединениями серебра методом диффузии. Автореферат кандидатской диссертации. Минск, 1949.

Люстр наносят тонким слоем. Обжиг изделий, декорированных люстром, производят при сравнительно низкой температуре и часто ниже, чем некоторых надглазурных красок (600—700° С).

Начато изготовление стойких люстровых красок нового типа, например оранжевого № 316 на основе бензойножирнокислого железа, борноизоамилового эфира, скипидара, тетралина и хлороформа.

Для более подробного ознакомления с люстрами рекомендуем книгу А. С. Беркмана и др. *

Деколь на основе шелкографии. Это сравнительно новый способ печати на керамике. Им можно создавать очень тонкий графический рисунок, не искажающий замысел автора. Описание данного способа мы опускаем из-за его сложности. Он требует обязательного практического ознакомления. Метод хорошо разработан и применяется в практике фарфоровых заводов: имени М. В. Ломоносова в Ленинграде, Дмитровского и др.

Термодекорирование. Данный способ следует отнести к особым и новым приемам декорирования силикатных изделий, в том числе многошамотной садово-парковой керамики. Этот способ был разработан автором в 1962—1963 гг. и применен непосредственно на многих стенах домов из силикатного кирпича, а также из других строительных материалов, но облицованных шамотными фасадными плитами. Подробное описание способа термодекорирования изложено в брошюре автора. **

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ

СХЕМЫ КЕРАМИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

В настоящей главе указано назначение и описана принципиальная конструкция упомянутых в тексте керамических машин и оборудования. Эти машины и оборудование представлены в виде схем и упрощенных рисунков, что способствует лучшему пониманию их устройства и действия.

В последнее время технология керамики, а также применяемые машины и оборудование все больше совершенствуются по принципу образования поточных линий производства

Чтобы подробно ознакомиться с машинами и оборудованием, используемыми на керамических заводах и в мастерских, учаше-

* Беркман А. С., Городов Н. Н., Маргулис С. А. Декорирование фарфора и фаянса. Росгизмэстром, 1949.

** Миклашевский А. И. Новый способ отделки наружных и внутренних стен зданий. Термодекорирование. Изд-во «Знание», 1964.

муся следует обратиться к рекомендуемой специальной литературе, список которой приведен в конце книги.

Одним из видов оборудования, необходимым как на производстве, так и в учебной мастерской, являются шкальные весы Ш-50-П

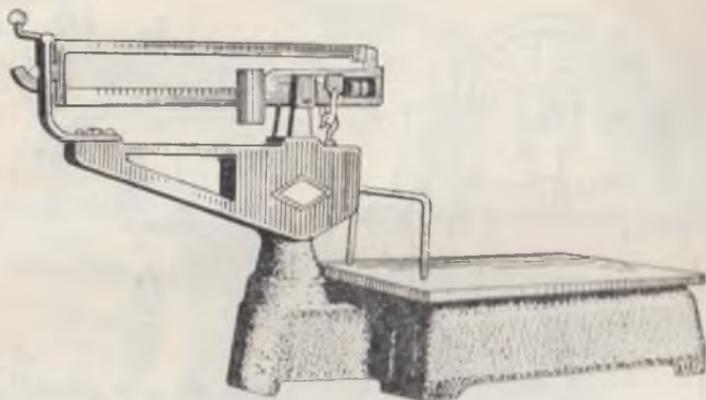


Рис. 156. Шкальные весы Ш-50-П

(рис. 156). Они пригодны для взвешивания в таре сыпучих и других составляющих керамическую массу материалов в довольно больших количествах.

1. Дробильно-помольное оборудование

Щековая дробилка типа «Блек». Такая дробилка (рис. 157, а) состоит из неподвижной твердого литья доски (щеки) 1 и подвижной доски (щеки-челюсти) 2, которые образуют клиновидное пространство, куда загружают измельчаемый материал. При помощи коленчатого рычага, эксцентрика, вала и махового колеса подвижная щека то ритмично приближается, то удаляется от неподвижной щеки и этим давит (дробит) камни. Щель 3 регулируется.

Бегуны. Конструктивно бегуны (рис. 157, б) могут отличаться друг от друга; они бывают с верхним или нижним приводом. Главными составными их частями являются два каменных жернова 1 и круглая чаша (желоб) 2. Движение осуществляется с помощью зубчатой передачи 3. Катаясь кругом по чаше, бегуны своей тяжестью давят и истирают материал до состояния так называемой крупки и пыли.

Шаровые мельницы. Такие мельницы (рис. 157, в) отличаются между собой по размерам и способу установки (на рисунке — полупроизводственная). Металлический цилиндр 1 футерован изнутри специальными кирпичиками-плитками из фарфора или другого малоистирающегося материала. Измельчающими телами служат кремневая галька, фарфоровые или уралитовые шары (иногда цилиндры), загружаемые вместе с материалом (почти всегда

совместно с водой) внутрь барабана. При вращении его шары поднимаются до наивысшей точки, а затем, отрываясь от футеровки, падают (см. гл. 14 и рис. 96).

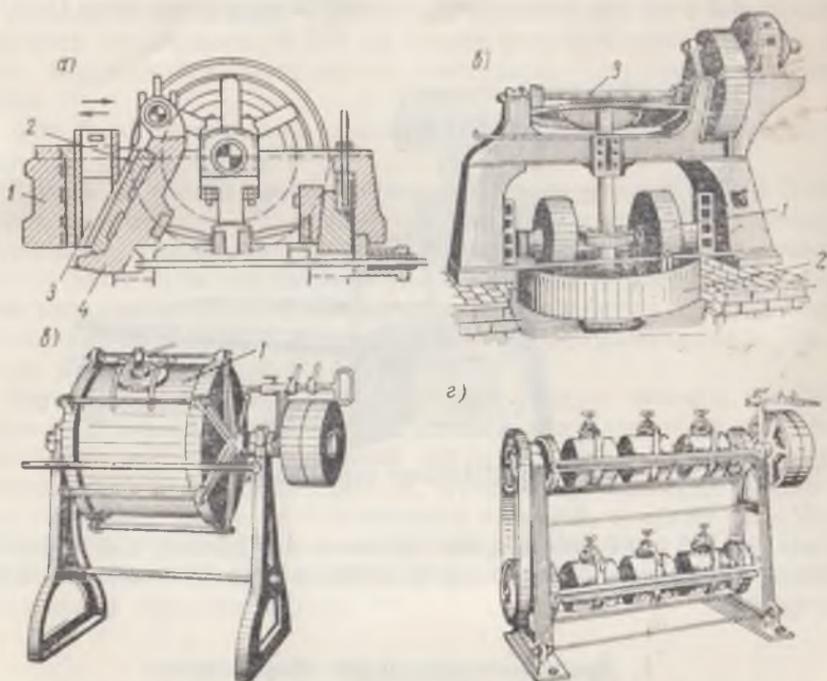


Рис. 157. Дробильно-помольное оборудование

а — щековая дробилка; *б* — бегуны с верхним приводом; *в* — передвижная шаровая мельница; *г* — специальная станина для фарфоровых барабанчиков

Станина для фарфоровых барабанчиков. По тому же принципу работает станина для фарфоровых барабанчиков, иногда оборачиваемых войлоком (рис. 157, *г*).

2. Отсеивающее и обезвоживающее оборудование

Вибрационно-инерционное сито. Данное сито (рис. 158, *а*) подвешено на эксцентриковом валу. Короб сита может устанавливаться под различным углом наклона в зависимости от свойств материала и необходимой крупности просеянных частиц.

Для процеживания фарфоровых суспензий применяется имеющее большую производительность подвесное сито ГИКИ, состоящее из рамы, вибрационного механизма и обечайки с натянутой сеткой (3600 *отв/см²*).

Сито-бурат (барабанный грохот). Такое сито применяется для просеивания сухих материалов через сетки с довольно крупными отверстиями. Оно состоит из горизонтального вала *1*, каркаса *2*, рамок с ситом *3* и барашков для крепления рамок *4*.

Пропеллерная мешалка. Вал с пропеллером устанавливается в чан, имеющий грани, а в нижней части — конус (рис. 159). Суспензия (шликер) направляется пропеллером вниз, где, сжимаясь,

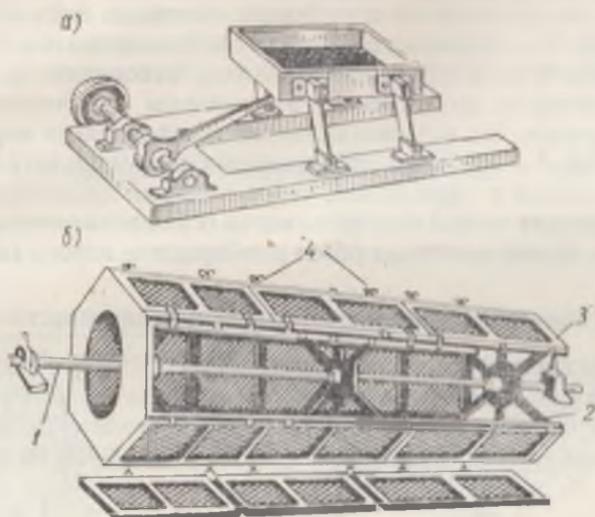


Рис. 158. Отсеивающее оборудование
a — вибрационно-инерционное сито; *b* — сито-бурат

вытесняется кверху и, разбиваясь о грани, при вращении винта, хорошо перемешивается.

Фильтрпресс. Пресс данного типа (рис. 160) состоит из круглых либо прямоугольных с отверстием в центре чугунных рам, разме-

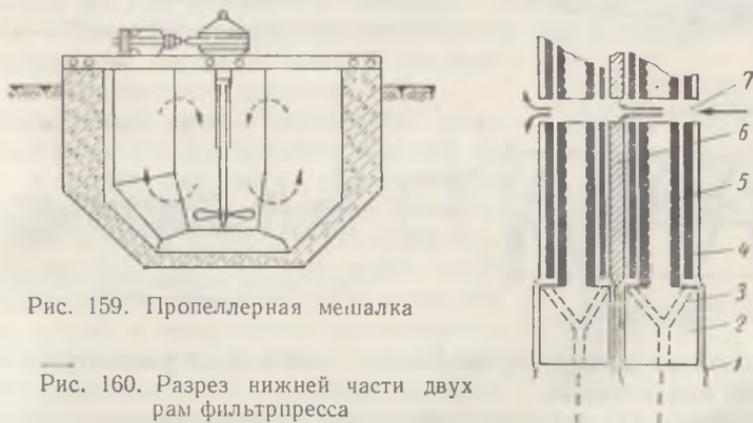


Рис. 159. Пропеллерная мешалка

Рис. 160. Разрез нижней части двух рам фильтрпресса

щенных вплотную друг к другу на параллельных штангах. Между рамами (10—60 шт.) зажимается фильтрпрессное полотно (капрон, бельтинг). Обезвоживание жидкой керамической массы происходит при нагнетании ее под давлением 8—12 атм. Вода проходит

в образующийся из рам канал сквозь полотно, через которое не проходит масса. Между полотнами остаются коржи (п р я н к и) с влажностью пластичной массы, составляющей 20—25%.

Фильтрпресс состоит из следующих основных частей: 2 — рамы с отверстием; 4 — цинкового щита с совпадающим по раме отверстием, имеющего по всей площади мелкие отверстия; 5 — желобов в раме, по которым вода стекает в каналы 3; 1 — полотна с отверстием в центре, на котором остается обезвоженная керамическая масса (корж) 6; 7 — канала, образующегося в результате соединения рам с отверстиями в одно целое, через который накачивают суспензию. Рамы между собой плотно сжаты. После накачивания массы и окончания выделения воды рамы разбирают и коржи складывают.

3. Оборудование для проминки и гомогенизации пластичных масс

Мялка системы Фора. Такая мялка (рис. 161, а) может служить для проминки и частичного удаления воздуха из загруженной на стол (под) массы. По обитому цинком столу перекатываются два больших рифленых катка. На нижних плечах укреплены по два ролика,

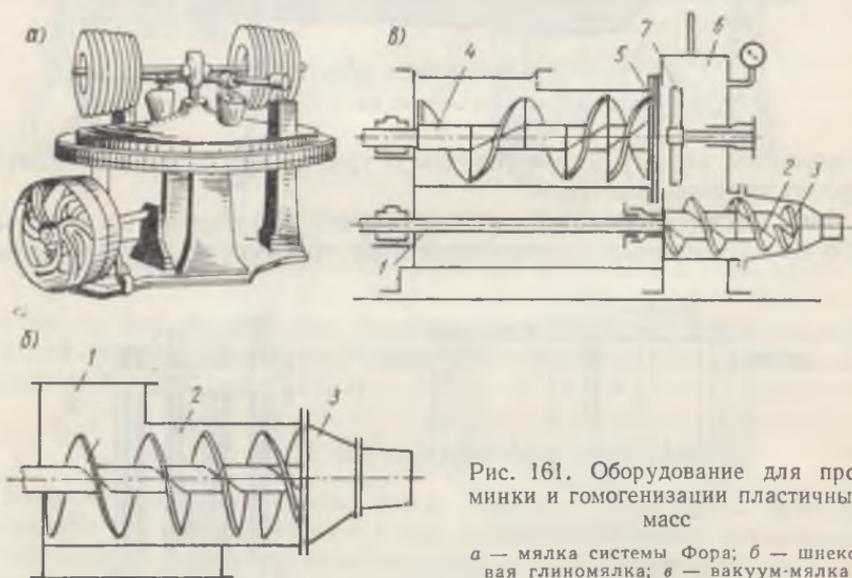


Рис. 161. Оборудование для проминки и гомогенизации пластичных масс

а — мялка системы Фора; б — шнековая глиномялка; в — вакуум-мялка

вращающихся вокруг вертикальных осей и поддерживающих массу на поду под катками.

Шнековая глиномялка. Она предназначена для проминки масс, но может служить (если имеет специальный мундштук) и для формирования пустотелых изделий пластическим способом. Масса, поступающая из загрузочной воронки 1 (рис. 161, б), захватывается лопастями шнека и передается в цилиндрическую часть 2, а затем в конусную 3, где уплотняется.

Вакуум-мялка. Такая мялка (рис. 161, в) служит для уплотнения и удаления воздуха из пластичных масс. Керамическая масса подается через загрузочную воронку 4 в глиномялку, проходит через решетку 5 в вакуумкамеру 6 под крыльчатку 7. Обезвоздушенные и разрезанные жгуты массы поступают на шнековый вал 2 и, тес. ма уплотняясь, выходят через головку 3 в виде непрерывного плотного плотника.

4. Формующее оборудоване (прессы) и сушила

Гидравлический пресс. Он служит для прессования, главным образом, сухих масс, влажность которых составляет 6—7% (поло-

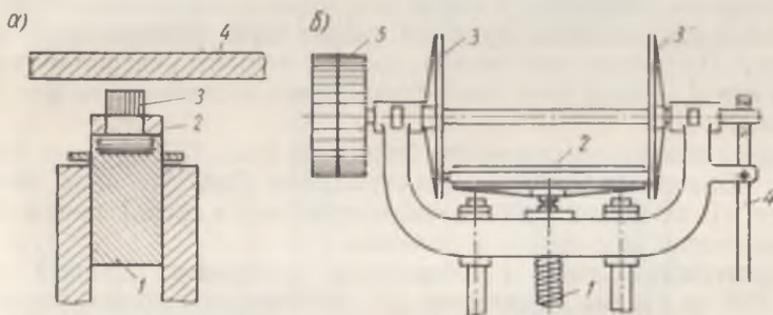


Рис. 162. Оборудование для формирования
а — гидравлический пресс; б — фрикционный пресс

вые плитки и др.). При выдвигении поршня 1 (рис. 162, а) и находящейся на нем формы 2 и штампа 3 последний прижимается к упору 4. Вначале создают малое давление для удаления воздуха из порошковой массы, а затем — окончательное, т. е. высокое давление.

Фрикционный пресс. Такой пресс (рис. 162, б) служит для формирования изделий из сухих и полусухих масс. Прессующий винт 1 приводится в движение (вниз и вверх) при помощи фрикционной передачи. Головка винта 2 представляет собой горизонтальный диск, обтянутый для усиления трения кожей; к нему может прижиматься один из вертикальных дисков 3. Укрепленные на одном валу, они с помощью ручного рычага 4 и трансмиссии 5 могут прижиматься поочередно и вращать диск по часовой стрелке и против нее, чем достигается опускание (прессование) и поднятие винта.

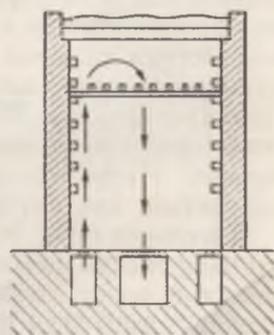


Рис. 163. Камерное сушило

Камерное сушило. На рис. 163 показано сушило конструкции Росстромпроекта, имеющее три продольных подподовых канала.

Горячий воздух поступает из двух крайних каналов, охватывает сырец и, насыщенный влагой, остывший и отяжелевший, опускается вниз, в средний канал. Непрерывно поступающий из топки горячий легкий воздух, поднимаясь, частично захватывает влажный и перемешивается с ним. Загрузка изделий в верхней части камеры становится более плотной, чем в нижней.

Известны конструкции сушил, создающие многократную циркуляцию воздуха, а также туннельные сушила и др.

5. Печное оборудование

Горн с прямым (восходящим) пламенем. Такой горн (рис. 164, а) неэкономичен. Дымовые газы в нем неравномерно обдают жаром изделия и еще слишком горячими уходят через тяговую трубу в атмосферу. Движение газов может, однако, немного контролироваться шиберами 1. Такие печи имеют два этажа и отапливаются с двух сторон (2).

Горн с оборотным пламенем. Этот горн (рис. 164, б) более экономичен. Благодаря ширмам, находящимся близ топок 1, пламя, ударяясь о закрытый купол печи, направляется сверху вниз в подовые отверстия, а затем — в дымоход.

Двухэтажный горн с оборотным пламенем. Данный горн (рис. 164, в) весьма экономичен. (В этом горне верхние отверстия нижней камеры могут перекрываться шиберами 1). Дымовые газы, отражаясь от свода печи, направляются в сеть подподовых каналов. Через боковые вертикальные каналы 2 газы поступают в верхнюю камеру. Сильно охлажденные, они уходят в дымовую трубу. При необходимости создания высокой температуры и в верхней камере шиберы открывают.

Муфельная печь. Такая печь (рис. 164, г) может быть как пламенной, так и электрической. Основным отличием первой является то, что обжигаемые в нем изделия защищены от непосредственного воздействия пламени и зольных налетов плотно смонтированными прямоугольными плитами 1, образующими муфель (коробку). Пламя соприкасается лишь со стенками муфеля, через которые тепло передается изделиям. Топка расположена обычно внизу муфеля. Нагревательный элемент электрических муфельей может находиться как внутри, так и снаружи.

Тигельная печь. Эта печь (рис. 164, д) служит для плавки фритт, синтеза некоторых красок и пр. Газовая смесь воспламеняется в конце трубы 1, обогревает тигель 2 и, опрокидываясь, уходит в тягу 3. Расплавленная фритта может спускаться постепенно через отверстие 4 и, если необходимо, — в сосуд с водой 5.

Туннельная печь. Такая печь (рис. 164, е) служит для непрерывного обжига различных видов керамики и наиболее экономична и удобна в эксплуатации. В основном она конструируется для определенного режима обжига. Продольный обжиговой канал, по которому движутся вагонетки с товаром, условно разделен на три

зоны: зону подгрева 1, зону обжига (топочную зону) 2 и зону охлаждения 3. Движение газовых потоков в печи противоположно дви-

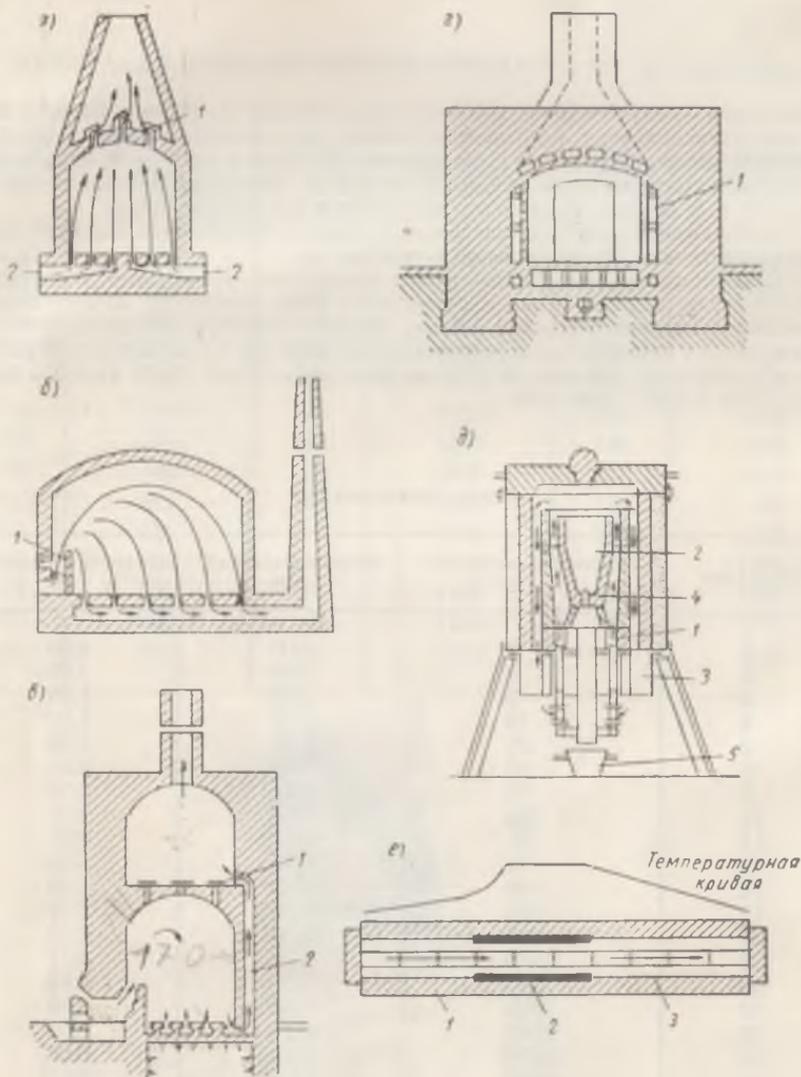


Рис. 164. Печное оборудование

a — горн с прямым пламенем; *б* — горн с обратным пламенем; *в* — двух-этажный горн с обратным пламенем; *г* — муфельная печь; *д* — тигельная печь (газовая); *е* — линейная туннельная печь

жению вагонеток с товаром. Для предохранения парка вагонеток от тепловой коррозии их защищают (особенно нижнюю часть) специальным затвором.

ШКАЛА СИТ

Зерновой (гранулометрический) состав материалов, зернистость которых выше 0,05 мм, устанавливают посредством набора сит сухим и мокрым способами. В практике можно встретиться с различными шкалами и различной маркировкой сит, но важно знать величины отверстий последних. Немаркированные тонкие сита проверяют при помощи окулярного микрометра под микроскопом.

В керамической практике еще довольно широко применяется немецкая шкала с характеристиками, приведенными в таблице.

В СССР приняты сита с квадратными отверстиями. Номер сита соответствует (в миллиметрах) размеру стороны отверстия в свету. Например, номеру сита 1,2 соответствует сторона отверстия 1,2 мм, номеру сита 0355 — сторона отверстия 0,35 мм, номеру сита 0053 — сторона отверстия 0,053 мм. Число отверстий на 1 см² (отв/см²), например, для сита № 0053 соответственно будет: 10200. Полную шкалу можно найти в ГОСТ 3584—53.

Характеристика сит

Номера сит	Количество отверстий на 1 см ²	Размер отверстий, мм	Диаметр проволоки, мм
1	1	6,00	4,00
2	4	3,00	2,00
3	9	2,00	1,33
4	16	1,50	1,00
5	25	1,20	0,80
6	36	1,02	0,65
8	64	0,75	0,50
10	100	0,60	0,40
11	121	0,54	0,37
12	144	0,49	0,34
14	196	0,43	0,28
16	256	0,385	0,24
20	400	0,300	0,20
24	576	0,250	0,17
30	900	0,200	0,13
40	1600	0,150	0,10
50	2500	0,120	0,08
60	3600	0,102	0,065
70	4900	0,088	0,055
80	6400	0,075	0,050
90	8100	0,066	0,045
100	10000	0,060	0,040

НУМЕРАЦИЯ ПИРОСКОПОВ И ТЕМПЕРАТУРА ИХ ПЛАВЛЕНИЯ

Номер пироскопа	Температура плавления пироскопа, °С	Номер пироскопа	Температура плавления пироскопа, °С	Номер пироскопа	Температура плавления пироскопа, °С
60	600	93	935	123	1230
63	635	96	960	125	1250
66	665	98	980	128	1280
69	690	100	1000	130	1300
71	710	102	1020	132	1320
74	740	104	1040	135	1350
76	760	106	1060	138	1380
79	790	108	1080	141	1410
81	815	110	1100	143	1435
83	835	112	1120	146	1460
85	855	114	1140	148	1480
88	880	116	1160	150	1500
90	900	118	1180	152	1520
92	920	120	1200	154	1540



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Периоды	Ряды	Группы				
		I	II	III	IV	
1	I	1. H Водород 1,00797				
2	II	3. Li Литий 6,939	4. Be Бериллий 9,0122	5. B Бор 10,811	6. C Углерод 12,01115	
3	III	11. Na Натрий 22,9897	12. Mg Магний 24,312	13. Al Алюминий 26,9815	14. Si Кремний 28,086	
4	IV	19. K Калий 39,102	20. Ca Кальций 40,03	21. Sc Скандий 44,956	22. Ti Титан 47,90	
	V	29. Cu Медь 63,54	30. Zn Цинк 65,37	31. Ga Галлий 69,72	32. Ge Германий 72,59	
5	VI	37. Rb Рубидий 85,47	38. Sr Стронций 87,62	39. Y Иттрий 88,905	40. Zr Цирконий 91,22	
	VII	47. Ag Серебро 107,870	48. Cd Кадмий 112,40	49. In Индий 114,82	50. Sn Олово 118,69	
6	VIII	55. Cs Цезий 132,905	56. Ba Барий 137,34	57. La * Лантан 138,91	72. Hf Гафний 178,49	
	IX	79. Au Золото 196,967	80. Hg Ртуть 200,59	81. Tl Таллий 204,37	82. Pb Свинец 207,19	
7	X	87. Fr Франций [223]	88. Ra Радий [226]	89. Ac** Актиний [227]	(Th)	
Высшие солеобра						
		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	
Газообразные водород						
					RH ₄	
* Лантa						
58. Ce Церий 140,12	59. Pr Празеодим 140,907	60. Nd Неодим 144,24	61. Pm Прометий [147]	62. Sm Самарий 150,35	63. Eu Европий 151,96	64. Gd Гадолиний 157,25
** Акти						
90. Th Торий 232,038	91. Pa Протактиний [231]	92. U Уран 238,03	93. Np Нептуний [237]	94. Pu Плутоний [242]	95. Am Америций [243]	96. Cm Кюрий [247]

ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

элементов						
V	VI	VII	VIII			0
						2. He Гелий 4,0026
7. N Азот 14,0067	8. O Кислород 15,9994	9. F Фтор 18,9934				10. Ne Неон 20,133
15. P Фосфор 30,9738	16. S Сера 32,064	17. Cl Хлор 35,453				18. Ar Аргон 39,948
23. V Ванадий 50,942	24. Cr Хром 51,996	25. Mn Марганец 54,9380	26. Fe Железо 55,847	27. Co Кобальт 58,9332	28. Ni Никель 58,71	36. Kr Криптон 83,80
33. As Мышьяк 74,9216	34. Se Селен 78,96	35. Br Бром 79,909				
41. Nb Ниобий 92,906	42. Mo Молибден 95,94	43. Tc Технеций [99]	44. Ru Рутений 101,07	45. Rh Родий 102,905	46. Pd Палладий 106,4	54. Xe Ксенон 131,30
51. Sb Сурьма 121,75	52. Te Теллур 127,60	53. J Йод 126,9044				
73. Ta Тантал 180,943	74. W Вольфрам 183,85	75. Re Рений 186,2	76. Os Осмий 190,2	77. Ir Иридий 192,2	78. Pt Платина 195,09	86. Rn Радон [222]
83. Bi Висмут 208,980	84. Po Полоний [210]	85. At Астат [210]				
(Pa)	(U)					
зующие окислы						
R_2O_3	RO_3	R_2O_7		RO_4		
ые соединения						
RH_3	RH_2	RH				
иды						
65. Tb Тербий 158,924	66. Dy Диспрозий 162,50	67. Ho Гольмий 164,930	68. Er Эрбий 167,26	69. Tm Туллий 168,934	70. Yb Иттербий 173,04	71. Lu Лютеций 174,97
иды						
97. Bk Беркелий [247]	98. Cf Калифорний [249]	99. Es Эйнштейний [254]	100. Fm Фермий [253]	101. Md Менделевий [256]	102. No Нобелий [255]	103. Lr Лоренций [257]

ЛИТЕРАТУРА

1. Августиник А. И. Керамика. Промстройиздат, 1957.
2. Divine J A F. Pottery craft. F. Warne Ltd, London, 1959.
3. Будников П. П., Бережной А. С., Булавин И. А., Гриссик Б. М., Куколев Г. В., Полубояринов Д. Н. Технология керамики и огнеупоров. Промстройиздат, 1954.
4. Nelson G. C. Ceramics. University of Minnesota, Duluth, 1960.
5. Гехт Г. Керамика. ОНТИ. Гл. ред. хим. лит., 1938.
6. Дудеров Г. Н. Практикум по технологии керамики и огнеупоров. Промстройиздат, 1953.
7. Liebscher J., Willert F. Technologie der Keramik. VEB Verl. der Kunst, 1955.
8. Michel - Schering. Fachkunde für keramiker. VEB Verl. Technik, Berlin, 1956.
9. Norton F. H. Ceramics for the artist potter. Addison-Wesley, 1955.
10. Rada P. Kniha o technikach keramiky, Praha, 1956.

К главе 13

11. Neumann H. Tabellenbuch für die Keramik-, -Glass und Emailindustrie, 1955.
12. Пукалл В. Керамические расчеты. ОНТИ, 1935.

К главе 14

13. Бердель Е. Приготовление керамических масс, глазурей. ОНТИ, 1931.

К главе 16

14. Брик Ф. Г., Ефремова Е. М., Лоповок Л. И., Макотинский М. П., Миловзоров А. К., Чарный С. С. Каталог отделочных материалов и изделий, раздел пятый. Керамика. Госстройиздат, 1961.
15. Henze W. Architektur und Baukeramik. VEB Wilhelm Knapp Verl., Halle (Saale), 1955.
16. Мусиенко П. Н. Керамика в архитектуре и строительстве. Изд-во Акад. архит. УССР, 1953.

К главе 18

17. Блюмен Л. М. Глазури. Промстройиздат, 1954.
18. Носова З. А. Циркониевые глазури. Стройиздат, 1965.
19. Орлов Е. И. Глазури, эмали, керамические краски и массы. Ленхимиздат, 1931.

К главе 19

20. Филиппова С. В. Архитектурная майолика. Гос. изд-во лит. по строит. матер., 1956.
21. Штейнберг Ю. Г. Стронциевые глазури. Госстройиздат, 1960.
22. Штейнберг Ю. Г. Стронциевые глазури. Стройиздат, 1967.

К главе 20

23. Беркман А. С., Городов Н. Н., Маргулис С. Л. Декорирование фарфора и фаянса. Росгизместпром, 1949.

К главе 21

24. Булавин И. А. Оборудование фаянсовых и фарфоровых заводов. Гизместпром, 1936.
25. Юрчак И. Я., Городов Н. Н., Ковельман Г. А. В сб. «Новая технология производства фарфора и фаянса». Гос. изд-во местной пром. РСФСР, 1958.

	Стр
Предисловие	3
Часть первая	
М А С Т Е Р С Т В О	
Глава первая. Ручное формование	5
1. Возможная схема изготовления керамических изделий	—
2. Подготовка глиняного теста к ручному формованию в небольших мастерских	7
3. Лепка из глиняной массы	11
4. Ручное формование с помощью простейшей гипсовой модели и деревянной формы	20
5. Некоторые осложнения, встречающиеся при ручном формовании	22
Глава вторая. Точение форм на гончарном круге	—
1. Некоторые конструкции гончарных кругов и инструмент	23
2. Приготовление глинистой массы, освоение гончарного круга и работа на нем	26
3. Общие сведения о формовании на приводном круге с помощью профильного шаблона	35
Глава третья. Литье и ручное формование изделий в гипсовых формах	37
1. Литье	—
2. Ручное прессование (формование) в гипсовых формах	42
3. Обработка необожженных изделий	45
Глава четвертая. Сушка изделий	46
1. Сокращение размеров	47
2. Деформации и трещины	—
Глава пятая. Декорирование сырых изделий	49
1. Глинистая масса до формования	51
2. Черепок в пластичном состоянии	52
3. Черепок в кожетвердом состоянии	—
4. Черенок в сухом состоянии	56
Глава шестая. Обжиг	—
1. Загрузка и некоторые процессы при обжиге (возникновение пористости и усадки)	57
2. О режиме обжига	61
3. Контроль обжига	63
Глава седьмая. Декорирование утельных изделий	67
1. Пигменты, разбавители, флюсы, свойства красок	—
2. Керамическая живопись	69
3. Некоторые способы декорирования по утелю	70

	Стр.
Глава восьмая. Глазурование	71
1. Подготовка к глазурованию и опробование его	72
2. Способы нанесения глазури	73
Глава девятая. Политой обжиг	78
1. Общие сведения о практике глазурного обжига	—
2. Сведения о температурных, атмосферных условиях и времени обжига в печи	84
3. Краткие данные о технике безопасности при работе с глазурями	85
4. Примеры глазурного брака и возможности его устранения	—
Глава десятая. Начала надглазурной живописи и муфельный обжиг	87
1. Общие сведения о работе надглазурными красками	88
2. Подготовка к живописи надглазурными красками по фарфору	91
3. Роспись красками	93
4. Муфельный надглазурный обжиг	95
Часть вторая	
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ	
Глава одиннадцатая. Сведения из неорганической химии	97
1. Некоторые понятия в химии	—
2. Окислы, кислоты, основания, соли	103
3. Примеры плавающих соединений	106
4. Периодический закон Д. И. Менделеева	108
5. Элементы и их соединения (простые и сложные вещества)	109
Глава двенадцатая. Сырьевые и вспомогательные материалы для изготовления керамических изделий (черепка)	122
1. Минерал и горные породы	—
2. Представление об образовании в природе минералов	123
3. Подразделение сырьевых материалов	124
4. Пластичные материалы (глины и каоляны)	—
5. Непластичные материалы	133
6. Вспомогательные материалы	137
Глава тринадцатая. Керамические расчеты и графические определения	138
1. Химический и рациональный анализы и расчеты по ним	139
2. Расчет глазури	151
3. Расчет объемов и поверхностей тел	157
4. Расчет сокращения (усушки и усадки) графическим методом	160
Глава четырнадцатая. Керамические массы и их приготовление	162
1. Керамические массы	—
2. Приготовление керамических масс	170
Глава пятнадцатая. Сведения о модельно-формовочном деле в керамике	181
1. Изготовление моделей	—
2. Изготовление форм	189
3. Размывание простой формы и изготовление капов	196
Глава шестнадцатая. Примеры архитектурно-строительной и садово-парковой керамики	198
1. Фасадные облицовочные керамические материалы	199
2. Керамические материалы для внутренней облицовки	202
3. Механизированное изготовление плиток для полов	208
4. Фарфоровая керамическая скульптура лепкой	211

	Стр.
Глава семнадцатая. Процессы усадки и деформация	211
1. Вода и материалы (глина — вода и кварц — вода)	—
2. Схема удаления воды при сушке и стадии состояния черепка	215
3. Напряжения, создающиеся при сушке	217
4. Напряжения, создающиеся при обжиге	219
5. Усадка и пористость	220
Глава восемнадцатая. Сырьевые материалы для изготовления глазурей и эмалей	222
1. Материалы для основных окислов типа $R_2O + RO$ (некрасящих)	223
2. Материалы для нейтральных окислов типа R_2O_3 (некрасящих)	229
3. Материалы для кислых окислов типа RO_2 (некрасящих)	231
4. Красящие и некоторые другие, применяемые в глазурях и красках, материалы	233
Глава девятнадцатая. Глазури и эмали	237
1. Стекло, глазурь, эмаль	238
2. Классификация и возможные определения глазурей	239
3. Приготовление глазурей	241
4. Пригонка состава глазурей к черепку	244
5. Примеры низкожгущихся глазурей, эмалей и специальных глазурей	249
Глава двадцатая. Некоторые способы декорирования керамики	268
1. Узорно-рельефное офактуривание керамической поверхности	269
2. Подглазурные, надглазурные и другие техники декорирования	271
Глава двадцать первая. Схемы керамических машин и оборудования	286
1. Дробильно-помольное оборудование	287
2. Отсеивающее и обезвоживающее оборудование	288
3. Оборудование для проминки и гомогенизации пластичных масс	290
4. Формующее оборудование (прессы) и сушила	291
5. Печное оборудование	292
Приложения:	
1. Шкала сит	294
2. Нумерация пироскопов и температура их плавления	295
3. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева	296
Литература	298

Handwritten signatures and marks at the bottom left of the page.

Анатолий Иванович Миклашевский
**ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
КЕРАМИКИ**

*Ленинградское отделение Стройиздата
Ленинград, пл. Островского, 6*

Редактор издательства *Я. В. Зарицкий*
Технический редактор *О. В. Сперанская*
Корректор *Н. Г. Семина*
Переплет художника *И. А. Гордона*

Сдано в набор 10/XII 1970 г. Подписано к печати 6/IV
1971 г. М-29132. Формат бумаги 60×90^{1/16}, № 1, 9,5 бум. л.
Печ. л. 19,0. Уч.-изд. л. 19,72. Изд. № 1214-Л. Тираж
10 000 экз. Заказ № 1449. Цена 93 коп.

Отпечатано с матриц, изготовленных в ордена Трудо-
вого Красного Знамени Ленинградской типографии № 1
«Печатный Двор» им. А. М. Горького Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР,
г. Ленинград, Гатчинская ул., 26, в типографии № 8
Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете
Министров СССР, Ленинград. Прачечный пер., 6.

0316

СТРОИЗДАТ • 1971