**Производство фарфора.**

Введение

Фарфор - основной представитель тонкой керамики. Характерные признаки фарфора - белый цвет с синеватым оттенком, малая пористость и высокая прочности, термическая и химическая стойкость и природная декоративность. Его особенности определяются химическим составом и строением черепка, которые зависят от назначения изделия, условий их эксплуатации и предъявляемых к ним требований.

Процесс производства

Подготовка сырьевых материалов

Состав керамической массы и метод ее подготовки определяют исходя из назначения из назначения изделия, его формы и вида сырья. Цель подготовки сырья - разрушение природной структуры материалов до мельчайших частиц для получения однородной массы и ускорения взаимодействия частиц в процессе фарфорообразования. Ее проводят в основном пластическим способом, который обеспечивает получение равномерной по составу массы.

Пластичные материалы (глину, каолин) распускают в воде в лопастных мешалках. Полученную массу в виде суспензии пропускают через сито (3600 - 4900 отверстий на 1 см2) и электромагнит для удаления крупных включений и железистых примесей.

Отощающие материалы и плавни сортируют, освобождают от посторонних т вредных примесей. Кварц, полевой шпат, пегматит и другие компоненты подвергают обжигу при температуре 900-1000шС. При этом кварц претерпевает полиформные изменения, в результате которых растрескивается. Это, во-первых, облегчает помол, а во-вторых, позволяет удалить куски, загрязненные железистыми примесями, так как при обжиге кварц с примесями железистых соединений приобретает желто-коричневый цвет.

Каменистые материалы, в том числе и фарфоровый бой, промывают, подвергают дроблению и грубому помолу на бегунах, после чего просеивают. Тонкий помол производят в шаровых мельницах с фарфоровыми или уралитовыми шарами. Для интенсификации помола в мельницу вводят поверхностно-активную добавку - сульфитно-спиртовую барду (от 0,5 до 1%), которая, заполняя микротрещины, оказывает как бы расклинивающее действие. Помол ведут до остатка 1-2% на сите с 10 000 отверстий на 1 см2.

Пластичные и отощающие материалы, плавни и фарфоровый бой тщательно смешивают в мешалке пропеллерного типа. Однородную массу пропускают через сито и электромагнит и обезвоживают в специальных фильтр-прессах или вакуум-фильтрах. Полученную пластичную массу влажностью 23-25% направляют на две недели на вылеживание в помещение с высокой влажностью. При вылеживании происходят окислительные и микробиологические процессы, гидролиз полевого шпата и образование кремниевой кислоты, что способствует разрыхлению массы, дальнейшему разрушению природной структуры материалов и повышению пластических свойств массы. После вылеживания массу обрабатывают на массомялках и вакуум-прессах для удаления включений воздуха, а также пластичности и других физико-механических свойств, необходимых для формирования изделий.

Формование изделий

Способы формования

Формуют керамические изделия в основном пластическим методом и методом литья, а также полусухим прессованием. Для формования применяют гипсовые формы пористостью не менее 25%. В последнее время формы начали изготавливать из масс на основе поливинилхлорида.

При пластическом формовании используют массу влажностью 22-24%, из которой в зависимости от формы получают заготовки в виде пластов. Для формования применяют полуавтоматы или автоматы. При изготовлении плоских изделий помещают глиняный пласт, который разравнивают роликом при вращении формы. Для получения полых изделий, например чашек, заготовку массы помещают в форму и раскатывают специальным профильным роликом. Промежуток между роликом и формой заполняется слоем массы необходимой толщины. Наружная поверхность изделия формуется поверхностью формы, а внутренняя - роликом. Если на внутренней поверхности формы имеется углубленный рисунок, то он точно воспроизводится на наружной поверхности изделия.

Методом литья в гипсовые формы изготавливают изделия сложной формы и емкостные, например чайники, художественно-декоративные предметы. Для получения изделий сложной конфигурации используют разъемные формы. Для формования методом литья готовят сметанообразную массу - шликер влажностью 34-36%. В шликер добавляют для повышения текучести при минимальной влажности 0,1-0,2% электролита, что обеспечивает лучшее заполнение формы. Изделия изготавливают двумя способами - сливным и наливным.

При сливном способе шликер заливают в разъемную гипсовую форму и оставляют в ней на определенное время. Гипс быстро впитывает влагу, и на стенках формы откладываются твердые частицы, которые образуют стенки изделия. Время выдержки определяют опытным путем, оно зависит от толщины стенки изделия, толщины стенок гипсовой формы и пористости. После выдержки шликер сливают, а гипсовую форму с изделием подвергают медленной сушке.

Полнотелые изделия сложной формы, например ручки для чайников, крышки, изготавливают наливным способом. Шликер наливают в гипсовую разъемную форму с соответствующими углублениями на внутренних поверхностях, где оно полностью затвердевает.

Полусухое прессование применяют для формирования плоских изделий небольшой толщины, например тарелок. Подготовленную пластичную массу высушивают до влажности 2-3%, тонко измельчают и получают порошок, в который добавляют пластификатор. Из этого порошка формуют изделие в металлических пресс-формах под большим давлением (25-30 МПа). Изделия имеют правильную форму, точные размеры, более высокую механическую прочность и небольшую влажность, что значительно сокращает время сушки перед обжигом.

При формовании вследствие небрежного обращения, использования изношенных форм и роликов могут образоваться такие дефекты, как деформация, волнистый край, концентрические трещины, неодинаковая толщина изделий, неровность поверхности, подрыв носиков и др.

Сушка

После формования изделия для подготовки к обжигу - заключительному и наиболее ответственному этапу производства - сушат до остаточной влажности 2-4%. При этом изделие приобретает достаточную для обжига прочность, исключается образование внутренних напряжений, приводящих к появлению трещин, деформации и т.д.

Сушку проводят в две стадии: предварительная стадия (подвяливание) - в гипсовых формах и окончательная - без форм. Плоские изделия сушат только в гипсовых формах. Корпус полых изделий после предварительной сушки до влажности 14-16% вынимают из форм, соединяют с приставными деталями смесью шликера с декстрином, после чего изделия окончательно высушивают.

Для сушки применяют конвейерные, конвекторные (с направленной подачей теплоносителя на изделие), радиационные (с электрическим или газовым обогревом) и комбинированные сушилки, в которых время сушки значительно сокращается.

Теплоносителями являются воздух и лучистая энергия, выделяемая керамическими панелями и другими поверхностями, которые обогреваются газом, реже - лампами накаливания. Все эти сушилки характеризуются высокой производительностью и минимальными затратами ручного труда на загрузку и выгрузку. Наиболее перспективно использование для сушки керамических изделий ультразвука, токов высокой частоты или инфракрасного излучения. Современные методы сушки позволяют регулировать температуру и время процесса в зависимости от толщины изделия.

В процессе сушки могут образоваться трещины (при неравномерной влажности массы), деформация и другие дефекты.

Высушенные изделия перед обжигом зачищают наждачной бумагой, удаляют швы от пресс-форм, посторонние примеси и загрязнения. После зачистки изделия обдувают сжатым воздухом для удаления пыли.

Обжиг

Керамические изделия подвергают, как правило, двукратному обжигу - утельному (до глазурования) и политому (после глазурования). Применяют также однократный скоростной и бескапсельный обжиг. Фарфоровые изделия, декорированные надглазурными украшениями, подвергают третьему обжигу - муфельному.

Утельный обжиг в зависимости от состава черепка и назначения фарфоровых изделий проводят при температуре 900-1000шС, а политой - 1350-1400шС. При утельном обжиге удаляет механически и химически связанная влага, черепок приобретает необходимую прочность при достаточной для впитывания глазури пористости. Реакции взаимодействия исходных компонентов массы протекают в твердой фазе.

Для обжига применяют печи непрерывного действия - туннельные, конвейерные с шагающим подом и роликовые щелевые, а также периодического действия - горны. В печах непрерывного действия поддерживается более строгий температурный режим, сокращается время обжига и обеспечиваются нормальные условия работы при загрузке и выгрузке. В качестве топлива используют нефть, газ и электричество (в электропечах).

После утельного обжига керамические изделия либо декорируют послегазурными красками, газурируют и подвергают политому обжигу, либо глазуруют, обжигают и декорируют.

Фарфоровые изделия после утельного обжига чаще всего глазуруют , а затем обжигают. Тугоплавкую глазурь в виде суспензии наносят методом окунания, обливания и пульверизацией. После глазурования с ножки или верхнего края форфорого изделия счищают глазурь, чтобы предупредить сплавление х с подставкой во время политого обжига или другими изделиями при обжиге "в спарку". Это отличительный признак фарфоровых изделий; фаянсовые изделия полностью покрывают глазурью. Перед политым обжигом изделия помещают в шамотные капсели и тщательно предохраняют от сплавления друг с другом и с капселем. Капсели устанавливают на вагонетку и направляют в туннельную печь. Применяют также бескапсельную загрузку на специальные этажерочные вагонетки.

В процессе обжига формируется черепок с необходимыми физическими и химическими свойствами. При политом обжиге происходят расплавление глазури, равномерное ее распределение по всей поверхности изделия и сплавливание с черепком. Строгое соблюдение определенного режима температуры, скорости ее подъема, времени выдержки и газовой среды - непременное условие проведения обжига. При нарушении этих требований образуются дефекты, ухудшающие внешний вид и свойства готовых изделий.

Политой обжиг можно разделить на ряд периодов, каждый из которых протекает при определенном температурном режиме и газовой среде, что обеспечивает постепенное формирование черепка с необходимыми свойства.

Первый период протекает при температуре до 900-940шС; скорость подъема температуры 100-140шС в час. Из массы удаляется остаток гигроскопической влаги, происходит разложение глинистых веществ, карбонатов, выгорание органических примесей. В этот период поддерживает окислительная газовая среда. Реакция протекает в твердой фазе, в этот период начинается спекание черепка, которое сопровождается усадкой. На поверхности пористого черепка, который обладает высокий каталитический и адсорбционной способностью, осаждается углерод, выделяющийся при сгорании топлива. Углерод придает черепку серый цвет.

Второй период обжига протекает в сильно окислительной среде при температуре 940-1040шС. Он является подготовительным к самому ответственному этапу - обжигу в восстановительной среде. В этот период выравнивается температура, завершается выделение остатков гидратной воды и полностью выгорает сажистый углерод. Если углерод не выгорит до расплавления глазури в третьем периоде, то изделие будет иметь серую или буроватую окраску либо покроется мельчайшими кратерообразными точками - наколами. Вследствие расплавления полевого шпата образуется жидкая фаза, которая цементирует твердые частицы и обуславливает повышение механической прочности черепка. Происходит процесс кристаллизации глинозема и начинает образовываться муллит.

Третий период ведется при температуре 1040-1250шС в восстановительной среде, которая необходимая для перевода окисного железа в закисную формы. Закись железа образует силикаты, который придают черепку голубоватую оттенок. На этом этапе вначале образуется силиманитоподобный ангидрид, а затем муллит и кремнезем в виде кристобалита. Продолжается спекание черепка, сопровождающие интенсивной, так как кристаллические частицы соединяют вязким расплавом. При температуре выше 1200шС вязкость расплава снижается, и на границе твердой и жидкой фаз сближаются под действием поверхностных сил частицы кварца, продукты разложения каолинита и кристаллы муллита. Образование легкоплавкого силиката закиси железа способствует развитию жидкой фазы. На этом этапе начинается расплавление глазури. Скорость подъема температуры - 30-35шС в час.

Четвертый этап, завершающий формирование черепка, начинается при температуре 1250шС и заканчивается при 1380-1410шС, протекает он в нейтральной среде. Происходят окончательное спекание черепка, разлив глазури и сплавление с черепком. Активнее протекает процесс взаимодействия полешпатовго стекла и аморфного кремнезема из каолинитового остатка, что способствует заполнению промежутков между кристаллами муллита. Одновременно укрупняются кристаллы муллита в полешпатовом стекле и уменьшаются размеры остаточного кварца. Протекают диффузионные процессы, обуславливающие равномерное распределение кристаллических новообразований в черепке.

Период заканчивается выдержкой изделий при максимальной температуре в течение 1,5-3 ч. Чем продолжительнее выдержка изделий, тем больше образуется кристалла муллита. Игольчатые кристаллы муллита, переплетаясь, способствуют повышению механической прочности и термической стойкости черепка. При этом ускоряется процесс муллитизации за счет растворения кварца в стекле и насыщения его кремнеземности. Образующиеся кристаллы муллита как бы врастают в стекло, в нерастворившихся зерна кварца.

При повышении температуры обжига уменьшается пористость черепка, так как пустоты заполняются стекловидной массой и другими структурными элементами. Однако при повышении температуры выделяются газы из полевошпатового стекла, вспучивается черепок и снижается качество изделий.

Пятый, диффузионный, период обжига соответсвует выдержке изделий при максимальной температуре обжига.

После обжига начинается процесс охлаждения. До температуры 600-530шС охлаждение проводят со скоростью 250-200шС в час. Затем процесс резко замедляется, при этом происходят ионные модификации, сопровождающиеся большими изменениями объемов, в результате чего возникают внутренние напряжения. Помимо этих напряжений, возникают напряжения вследствие перехода стекловидной массы из пластического состояния в упругое.

Продолжительность политого обжига в туннельных печах от 18-22 до 32-34ч. На некоторых предприятиях керамические изделия, в том числе и фарфоровые, подвергают однократному бескапсельному обжигу. При этом цикл производства сокращается до 3-5ч, значительно снижается расход топлива, повышается производительность труда, уменьшает себестоимость готовой продукции. Главная задача однократного обжига - обеспечение непромакаемости черепка при глазуровании изделий, высушенных до содержания влаги 1%. С этой целью в массу вводят высушенные до 4-7% трошковской глины или специальных пластифицирующих добавок, способствующих повышению водостойкости, в том числе и некоторые виды пластических масс.

Однократному обжигу подвергают в основном толстостенные изделия - кружки, салатники, масленки, сахарницы, которые при глазуровании без утельного обжига не размокают, не деформируются и не разрушаются.

При обжиге на изделиях могут образоваться следующие дефекты: искажение размеров и формы, щербины, задувка, прыщи, пузыри, засорка, желтоватый оттенок и т.д. После обжига изделия проверяют для выявления дефектов. Изделия, отвечающие предъявляемым к ним требованиям, декорируют.

Декорирование изделий

Изделия украшают подглазурными и надглазурными красками, препаратом золота, растворами солей, красящих окислов и декоративными глазурями с последующим обжигом.

В зависимости от характера поверхности декорирование изделий может быть рельефным и гладким. Рельефное декорирование - это нанесение на поверхность изделий выпуклых ил заглубленных украшений. К выпуклым относится рельеф, получаемый при формовании путем лепки, к заглубленным - врезывание, сверление и вдавливание на поверхности. Различают гладкое дкорирование по сырому черепку, подглазурное и надглазурное.

Вид разделки зависит от назначения и природы изделий. При выборе разделки необходимо учитывать естественную красоту черепка, украшение должно сочетаться с его естественными особенностями и подчеркивать их, а не затушевывать. Для фарфора в основном применяют гладкое надглазурное декорирование, иногда рельефное и подглазурное.

Классификация фарфоровых бытовых изделий

Фарфоровые изделия бытового назначения классифицируют по форме, размерам, наличию глазурного слоя, назначению, комплектности, видам и группам сложности разделок и сортам.

По форме изделия делят на полые и плоские, по размерам - на мелкие и крупные. В зависимости от наличия глазурного слоя различают изделия глазурированные и неглазурированные. По назначению фарфоровые изделия на бытовую посуду, художественно-декоративную и прочие; по комплектности - одиночные и в виде комплектов. Особенностью изделий, входящих в комплект, является единство декоративного оформления, конструкции и формы.

Комплектную посуды по функциональному использованию, та же как и штучные изделия, делят на столовую, кофейную, чайную, закусочную, для вина, пива и воды, прочую и изделия художественно-декоративного назначения. Выпускают ее в виде сервизов, гарнитуров, наборов и подарочных комплектов, предназначенных для двух, четырех, шести и двенадцати человек.