

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ПРОНИЦАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Дробыш А.А.

Технологические схемы получения пористых проникаемых изделий (ППИ) из оксидной керамики характеризуются общностью этапов, на каждом из которых заготовка (порошок) приобретает свойства, необходимые для осуществления последующих операций, формирования структуры пористого материала.

Производство порошков осуществляют, как правило, на специализированных предприятиях. В зависимости от способа получения порошков форма их частиц может быть самой разнообразной, а размер частиц колеблется от долей микрометра до 1 мм и более. Порошки поставляются изготовителем готовыми к использованию в соответствии со стандартами или техническими условиями, регламентирующими их характеристики, основными из которых являются химический и гранулометрический состав, механические свойства материала.

При подготовке к непосредственному использованию керамические порошки могут дополнительно подвергать сушке, рассеву на фракции, сфероидизации либо, напротив, активированию частиц усложнением их формы (увеличением удельной поверхности) путем обработки в атриторах, прессования и размола и др. Консолидацию керамического порошка в ППИ традиционно осуществляют посредством формообразования заготовок и их последующего спекания. В силу технологических особенностей керамических порошков, обусловленных их низким ресурсом пластичности и высокими температурами плавления, эти операции в подавляющем большинстве случаев

требуют использования добавок к основному материалу (приготовления минеральных композиций): пластифицирующих, связующих, упрочняющих, активирующих, порообразующих. В качестве связующих добавок используют жидкое стекло, водные суспензии глин, клеи и др. К упрочняющим относят цемент, глины, сульфитцеллюлозный экстракт и др. Активирующие спекание добавки – волластонит и др. Порообразующие добавки – опилки, древесная мука, уголь (антрацит), графит, сахароза, доломит, нефтяной кокс и др. Процесс подготовки шихты, таким образом, включает дозирование всех ее компонентов и смешивание в заданной последовательности при определенных условиях (режимах). В технологии получения керамических ППИ операция подготовки шихты является одной из ключевых, поскольку ее результат оказывает определяющее влияние и на процесс формообразования заготовок и на процесс спекания.

Важнейшей технологической операцией при получении любых ППИ, в том числе, из керамических материалов, придающей им форму, размеры, плотность, предварительную прочность и формирующей структуру порового пространства, является формообразование заготовок, которое осуществляют формованием с приложением давления (прессованием) и без приложения давления.

Формование без приложения давления уплотняемых материалов позволяет изготавливать изделия в широком диапазоне форм и размеров, но не находит широкого практического применения из-за низкой производительности и невозможности получения ПМ с достаточно высокой плотностью и прочностью.

В связи с этим большее распространение получили способы обработки давлением уплотняемых материалов, различающиеся по ряду условий реализации процесса: температуре, скорости приложения нагрузки и др.

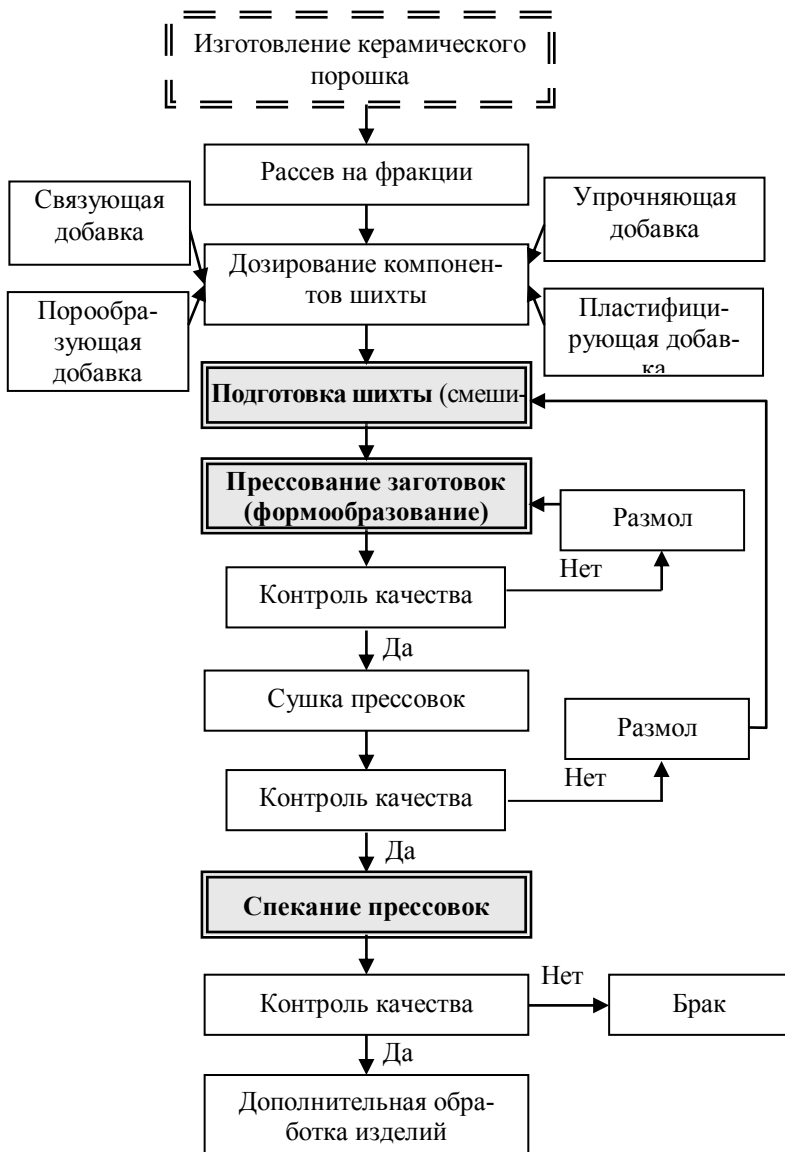


Рисунок 1 – Типичная технологическая схема получения ППИ на основе керамики

Высокотемпературные способы прессования направлены преимущественно на получение высокоплотных материалов и в производстве ППИ практически не используются.

Высокоскоростные способы прессования не позволяют получать ППИ с высокой пористостью, и поэтому также мало распространены в производстве ППИ.

Способы прессования шихты со статическим приложением нагрузки позволяют варьировать свойствами прессовок в более широком диапазоне. В зависимости от реализуемой схемы, вида технологического оборудования и инструмента конкретные способы прессования ориентированы на получение того или иного вида изделий. Так, прессование в жестких прессформах с одноосным нагружением используют преимущественно для изготовления ППИ в форме дисков, таблеток. Прокаткой порошков получают ППИ в форме листов. Мундштучным прессованием (экструзией) получают длинномерные ППИ разнообразной формы. Однако необходимость использования при экструзии значительного количества вспомогательных материалов в составе шихты отрицательно сказывается на прочностных свойствах отформованных заготовок, способствует загрязнению материала продуктами сгорания в процессах спекания. Кроме того, может иметь место искажение формы изделий на стадиях сушки и спекания, чем ограничен выход годных. Гидростатическим прессованием получают изделия разнообразной формы и типоразмеров с равномерным распределением плотности по объему. Ограничениями к широкому распространению способа при получении ППИ является относительно низкая производительность, сложность подготовки прессформ (нужны герметизация и вакуумирование), низкая культура производства из-за контакта рабочей жидкости с прессформой.

Способ радиального прессования позволяет получать длинномерные осесимметричные ППИ в форме труб, ста-

канов, конусов, с развитой поверхностью. Изделия такой формы находят наибольшее применение в процессах фильтрации и разделения сред, что в совокупности с достаточно высокой производительностью и низкими энергозатратами способа прессования позволяет эффективно использовать его для прессования заготовок ППИ, в том числе, из малопластичных керамических порошков. Это позволяет рассматривать способ сухого радиального прессования как базовый при разработке технологии получения ППИ на основе кварцевого песка.

Придание основных механических свойств (каркасных характеристик) порошковым изделиям происходит на стадии спекания. Спекание керамических ПМ осуществляют обычно в электрических печах сопротивления, газовых печах. Процесс реализуют преимущественно по твердофазному механизму, чем обеспечиваются малые значения объемной усадки. Спекание многокомпонентных систем в основном осуществляют по жидкофазному механизму, позволяющему получать изделия с высокой прочностью: жидкая фаза, кристаллизуясь, играет роль связки, цементирующей изделие в целом. Но спекаемые по жидкофазному механизму изделия дают большую усадку. Поэтому существуют проблемы технологического управления структурными характеристиками изделий на стадии спекания, которые решают, например, использованием порообразующих добавок, удаляемых при спекании путем их выгорания. Порошки, склонные к окислению, спекают в защитных средах. Высокая устойчивость оксидной керамики к окислению позволяет осуществлять спекание без использования защитных сред.

Процессы спекания характеризуются высокой энергоемкостью. Снижения температуры спекания добиваются введением активирующих добавок. Поскольку этот способ имеет физические ограничения, обусловленные природой материала в каждом конкретном случае, получают развитие и новые способы консолидации керамических

спрессованных заготовок или непосредственно порошков в пористые изделия: самораспространяющийся высоко-температурный синтез, гидротермальный синтез, позволяющие получать изделия с высокой химической и термической стойкостью, бипористые изделия. Однако эти способы пока не получили широкого практического распространения.

Дополнительная обработка может включать операции, формирующие комплекс окончательных свойств готовых керамических ППИ. Это и механическая обработка с целью придания заданных размеров и формы изделий, и химико-термическая упрочняющая обработка, направленная на повышение механических свойств, и формирование заданных структурных характеристик материала пористого изделия (например, нанесение мембранных слоев с использованием методов коллоидной химии).

Из рассмотрения технологической схемы получения ППИ на основе керамических материалов можно отметить следующее. Достаточно разработанные технологические схемы получения керамических ППИ содержат резервы для совершенствования практически на всех стадиях их реализации как с точки зрения снижения материальных и трудовых затрат, так и с точки зрения повышения качества и конкурентоспособности, расширения номенклатуры получаемых изделий.

УДК 621.5

Богач Н.Л.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВИДЫ ВАКУУМНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Шахрай Л.И.

Оптические покрытия позволяют существенно изменять оптические параметры поверхности детали: управлять интенсивностью отраженного и пропущенного излучения (просветляющие и высокоотражающие покрытия), изменять