

УДК 621.74.043.3

Н.Н. Лоскутова, С.Я. Алибеков

N.N. Loskutova, S.Ya. Alibekov

Поволжский государственный технический университет

Volga State University of Technology

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КЕРАМИКИ

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF PRODUCTION OF PRODUCTS FROM CERAMICS

Статья посвящена технологиям изготовления изделий из керамики. Дан анализ основных принципов технологических процессов. В частности, рассмотрены две технологии: литье под давлением и инжекционное формование. Исследуются их характеристики, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: технология, керамика, литье, инжекционное формование, сравнительный анализ.

The article is devoted to the technology of manufacturing of ceramic products. It analyzes the main principles of technological processes. In particular, the two technologies are considered: casting under constraint and injection molding. In addition, the article examines the characteristics of these technologies the manufacture of ceramic parts, their advantages and disadvantages.

Keywords: technology, ceramics, molding, injection molding, comparative analysis.

Керамические материалы завоевывают все новые отрасли народного хозяйства. Керамика стала третьим материалом после металлов и полимеров и превосходит металлы по использованию при высоких температурах. Механические свойства керамики, такие как высокая твердость, износостойкость, коррозионная стойкость, высокое значение модуля упругости и сохранение их в зоне высоких температур, позволяют широко использовать ее и открывают перспективу развития производства из керамики.

В настоящее время основными производителями керамики являются США и Япония (38 и 48 % соответственно). США доминируют в области конструкционной керамики, предназначенной в первую очередь для металлообрабатывающих целей. В Японии, наряду с производством конструкционной керамики, динамично развивается сфера функциональной керамики – основного компонента электронных устройств¹.

¹ Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2004. – 20 с.

Одним из широкоприменяемых методов производства керамических изделий является литье под давлением. Он основан на применении термопластичного органического пластификатора. Блок-схема изготовления изделия из керамики методом шликерного литья представлена на рис. 1.

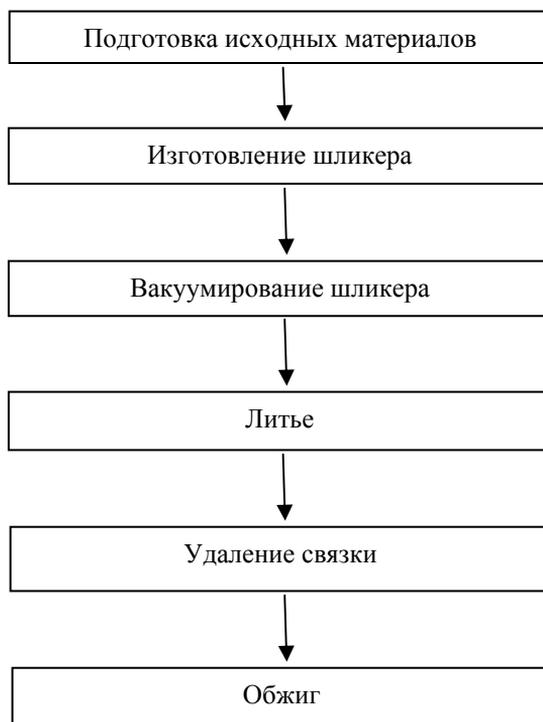


Рис. 1. Технологическая схема изготовления изделия методом шликерного литья

После выбора и подготовки исходных материалов изготавливают шликер, смешивая керамический порошок с термопластичным пластификатором. Затем проводят вакуумирование, которое улучшает технологические свойства шликера и позволяет снизить содержание связки, что повышает плотность отливок и снижает усадку.

Процесс литья заключается в нагнетании горячего шликера в охлаждаемую металлическую форму с приложением избыточного давления 0,2–0,4 МПа. Отлитые изделия проходят операцию удаления связки (700–850 °С). Заключительной операцией процесса является окончательный обжиг (1200–1250 °С), цель которого придание деталям необходимой прочности и твердости.

Данный метод имеет несколько недостатков: необходимость использования значительного количества пластификаторов, наличие отдельной операции удаления связки и др. В связи с этим проблема совершенствования технологии производства керамических изделий остается актуальной.

Нами была выбрана наиболее перспективная СИМ-технология. Сущность ее заключается в том, что высокодисперсные керамические порошки смешиваются со связующим, затем формируются заготовки, которые потом спекаются. Нами была разработана блок-схема изготовления изделия методом инъекционного формования (рис. 2).



Рис. 2. Технологический процесс изготовления изделия методом инъекционного формования

Важнейшим фактором осуществления процесса прессования является выбор исходного порошка. Для данного метода нужно использовать тонкоизмельченные порошки, что необходимо для хорошей текучести и уплотняемости материала.

Известно, что обычно в качестве связующего выбирают термопластичные материалы, а мы взяли термореактивную смолу. Она обладает низкой вязкостью, что позволяет легко получить композицию различной консистенции с однородной структурой. Интервалы возможного содержания смолы в смеси были установлены предварительными экспериментами, при проведении которых объемное содержание смолы изменяли в интервале 40–55 %. В композицию дополнительно вводили пластификатор – стеарат цинка ($Zn(C_{17}H_{35}COO)_2$).

Сначала производили сухое смешивание керамического порошка и стеарата Zn. Далее в эту смесь добавляли смолу, и все это снова перемешивали с помощью миксерной мешалки в течение 90 мин. Затем однородная масса выкладывалась равномерно на поддон, закладывалась в сушильный шкаф, и при температуре 100 °С в течении 50 мин проводилась ее сушка. Время выдержки в печи определялось опытным методом в зависимости от влажности исходной смеси.

Вообще композиции на основе смолы могут быть сформированы не только литьем под давлением, но и методами прямого прессования за счет хорошей формуемости. Приготовленная смесь подавалась на инъекционное формование.

Для удаления связки нами был разработан температурный режим. Кинетику удаления связующего характеризуют данные по изменению массы. При температуре 650 °С наблюдалось существенное ускорение потери массы. Этот процесс при 700 °С заканчивался после изотермической выдержки в течение 120 мин. В интервале температур 500–700 °С уже имели место значительная усадка и рост плотности прессовок. При изотермической выдержке в течение 180 мин рост плотности заканчивался.

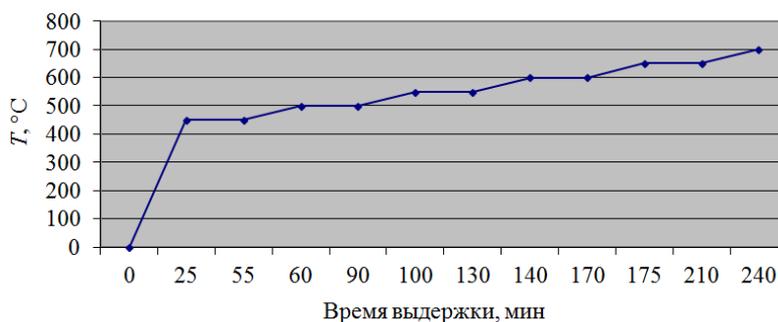


Рис. 3. График технологического режима нагрева образцов

Окончательное спекание происходило в интервале температур 1150–1200 °С.

Преимуществами выбранной СИМ-технологии является возможность получения заготовок, в которых сложность формы деталей сочетается с высокими механическими свойствами материалов, а также возможность повысить плотность изделий и, соответственно, их механические свойства за счет активации спекания в процессе взаимодействия продуктов пиролиза связующего с кислородом и выделения тепловой энергии.

Таким образом, сравнивая две технологии, нами сделан вывод о том, что СИМ-технологии позволяют снизить затраты при спекании изделий за счет сокращения технологического цикла, а также отсутствия дефектов структуры (пор), свойственных литью. Кроме того, уменьшается общий процент брака за счет сокращения отдельной операции удаления связки перед обжигом. Разработанная технология позволяет уменьшить расход электроэнергии и материалов на получение изделий из керамики, что позволяет повысить эффективность производства.

Получено 10.12.2015

Лоскутова Наталья Николаевна – аспирант кафедры «Машиностроение и материаловедение», институт механики и машиностроения, Поволжский государственный технологический университет.

Алибеков Сергей Якубович – доктор технических наук, профессор кафедры «Машиностроение и материаловедение», институт механики и машиностроения, Поволжский государственный технологический университет.