

УДК 664: 54-185: 666. 3-1

Иванова Л. А., Косицын Н. О.

### ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ШЛИКЕРНОЙ КЕРАМИКИ

При изготовлении сложнорельефных отливок особое место занимает изготовление керамических форм. За последние десятилетия изменений в технологии формообразования на основе керамики практически не произошло. Превалирующим методом формообразования остается технология литья в керамические, многослойные оболочковые формы. При использовании восковых, гипсовых моделей изготовление керамической формы осуществляется методом послойного выжимания шликера, армированного волокнистым материалом на контактную поверхность модели [1, 2].

Целью работы является разработка технологии получения конструктивных элементов из шликерной керамики.

На рис. 1 приведена схема процесса изготовления формы. Поверхность модели 1 покрывается армирующим материалом – ватой, пропитанной шликером из плавленного кварца. Профильная резиновая колодка 3 обжимает армирующий материал 2, что обеспечивает формирование из шликера 4 оболочки 5.

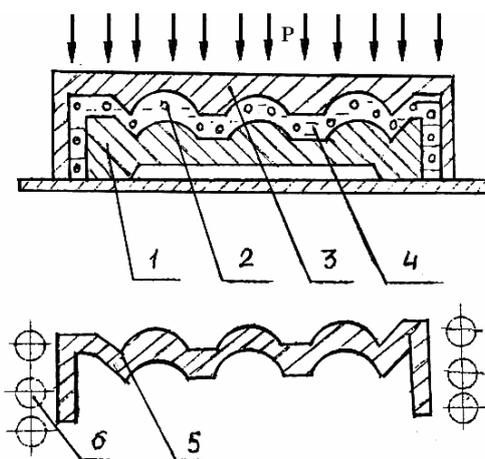


Рис. 1. Схема процесса изготовления шликерной формы:

1 – модель; 2 – шликер с арматурой; 3 – профильная колодка, 4 – профильная часть формы из шликера; 5 – армированный слой оболочки

При выдержке шликерной оболочки 5 в течение 1200–1800 с происходит ее отверждение, что позволяет удалить модель. Термообработка оболочки осуществляется при температуре 1200 °С в течение часа. По разработанной технологии изготовлены конструктивные элементы, представленные на рис. 2.

При наличии постоянных моделей предложена технология изготовления художественных отливок, которая заключается в следующем. По модели из химически твердеющей термостойкой резины виксинт (У-1-18 ТУ 38-003195-74) изготавливается промодель. Термопластичную пасту, состоящую из порошка бронзы 80 %, парафина 18 % и стеарина 2 %, при температуре 60–70 °С заливают в промодель. Термопластичную пасту, состоящую из порошка бронзы 80 %, парафина 18 % и стеарина 2 %, при температуре 60–70 °С заливают в промодель. Охлажденные изделия в коробках с засыпкой тонкомолотым порошком  $Al_2O_3$  помещают в контейнер для термической обработки в поле ТВЧ.



Рис. 2. Пресс-форма для стеклофар

Твердофазное спекание термопластичной пасты обеспечивает высокое качество формируемой тонкорельефной поверхности и расширяет область применения как металлических, так и неметаллических наполнителей.

Технология получения керамических стержней и оболочек из шликера состоит из следующих операций: изготовление по эталону гипсового стержневого ящика, приготовление шликера, формирование из шликера стержня и оболочки, термическая обработка шликерного стержня и оболочки.

Керамические стержни предназначены для формирования тонкорельефной поверхности изделий при гравитационной заливке расплава. Керамические шликерные оболочки предназначены для получения тонкорельефной поверхности изделий при центробежном способе литья. Схема технологического процесса изготовления керамических стержней из шликера приведена на рис. 3.

Согласно схеме технологического процесса эталон изделия с кольцом и опокой устанавливается на модельной плите. Кольцо предназначено для компенсации усадки шликера. В опоку заливается гипсовый состав. Затем гипсовая полуформа с эталоном переворачивается, и модель стояка и выпора устанавливается на кольцо, формируется верхняя полуформа. Следующая технологическая операция предусматривает удаление модели стояка, выпора и эталона с кольцом. При сборке полуформы низа и верха стояк заполняется через образовавшийся зазор шликерной суспензией. Для формирования поверхности шликерного стержня на модельной плите устанавливается гипсовая плита. После отверждения шликерной оболочки гипсовая полуформа верха удаляется. Термическая обработка шликерной оболочки осуществляется нагревателями.

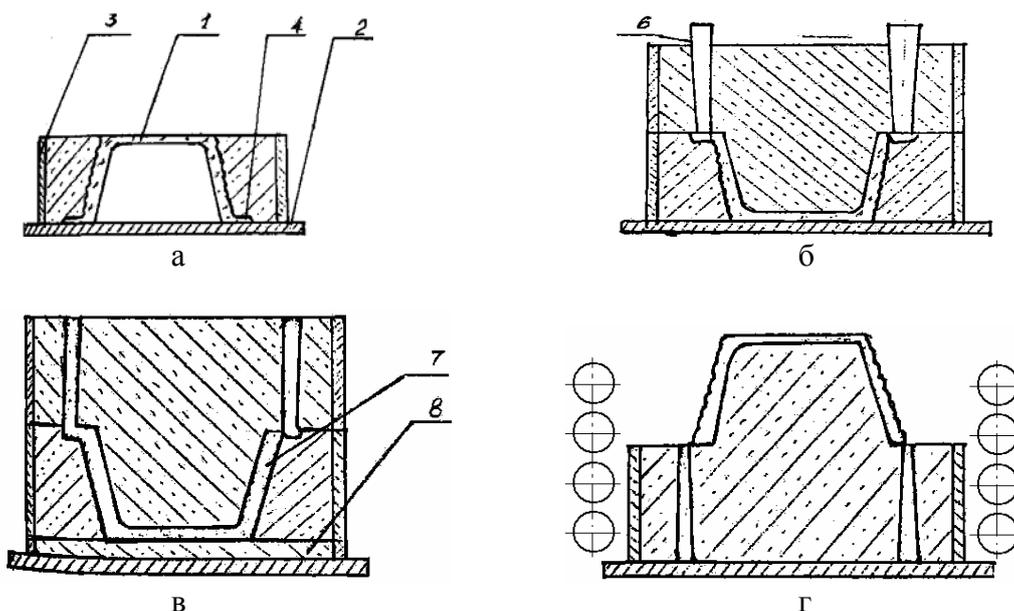


Рис. 3. Схема технологического процесса изготовления керамических стержней из шликера

Для изготовления керамического стержня применяется шликер, получаемый при помоле кварцевого стекла в шаровой мельнице. Соотношение материалов М : Ш : В = 1 : 2 : 0,25, где М – масса плавленного кварца; Ш – масса шаров и В – масса воды. Одностадийный помол уралитовыми шарами происходит в течение 48 часов с последующей 24-часовой стабилизацией. Кислотный остаток рН шликера перед выпуском из шаровой мельницы не должен превышать рН = 5–4,5.

Заполнение шликером ящика осуществляется свободной заливкой через прибыль, компенсирующую усадку шликера при его отверждении. Время отверждения шликера составляет 1200–2000 с, для интенсификации процесса отверждения в состав шликера вводят флюс типа АНФ-6 в количестве 2–5 %. Термическая обработка шликера при наличии флюса осуществляется до температуры 1100 °С. Скорость подъема температуры 250 °С в час, с выдержкой 0,5 часа при температуре 1100 °С.

По разработанной технологии изготавливались формы для получения точнолитых матриц и пресс-формы с тонкорельефной поверхностью для Саранского объединения «Светотехника».

Для получения полых заготовок с тонкорельефной поверхностью разработана технология литья в шликерные оболочки на центробежной машине. Для заготовок с наружным диаметром от 0,1 до 0,2 м и длиной 0,3 м применяется центробежная машина модели 552-2, для заготовок с наружным диаметром до 0,3 м и длиной 0,5 м – центробежная машина модели 553-2.

На примере получения шликерной оболочки для получения прокатных валков с рельефной поверхностью на центробежной машине рассмотрим схему процесса. Модель вала устанавливается на модельной плите и в опоку заливается холоднотвердеющий компаунд КСМЕ. После отверждения КСМЕ формируется промодель, обладающая высокой степенью эластичности, что позволяет извлечь модель, не повреждая тонкорельефную поверхность. Установив промодель из КСМЕ на опорной плите и закрепив упоры, стягивающие правую и левую половины обечайки, заливают гипс и формируют гипсовый стержень с арматурой. Гипсовый стержень имеет секции – соответствующие перегородки, устанавливаемые при заливке гипса. После удаления эластичной промодели, секции заливают гипсом, формируя опору, внутренний диаметр которой соответствует наружному размеру шликерной оболочки. Шликер заливают в зазор, образованный между гипсовым стержнем и гипсовой опорой. После отверждения шликера гипсовую опору и стержень удаляют, а оболочку устанавливают в изложницу машины для центробежного литья с вертикальной осью вращения.

Процесс подготовки изложницы к работе включает ее прогрев до 120–150 °С, простановку и крепление керамической оболочки и дальнейший прогрев изложницы до 150–250 °С. Скорость вращения последней выбирается в зависимости от внутреннего диаметра полый заготовки и в соответствии с рекомендациями работы [3].

В шликерной технологии заложены возможности процесса формирования тонкорельефных поверхностей, не требующих последующей механической обработки резанием.

Принцип получения металлических шликеров на органическом связующем широко используется в порошковой металлургии. Применение термопластичной пасты и термической обработки, сочетающей процесс спекания с процессом пропитки металлокерамики расплавом, обеспечивает условия получения изделий с тонко-рельефной поверхностью очень сложных по формообразованию.

Среди разнообразных методов пропитки спеченных металлокерамических изделий наибольшую значимость приобрел способ пропитки жидкими расплавами металлов. Используя термопластичные пасты на основе железного порошка с дисперсностью зерен  $20 \cdot 10^{-6}$  м и парафиновой связки в количестве 18–20 %, формируются поверхности с высокой степенью воспроизводимости контактного макро- и микрорельефа. При шероховатости контактной поверхности  $Ra = 0,63 \cdot 10^{-6}$  м оболочка из термопластичной пасты характеризовалась  $Ra = 0,75 \cdot 10^{-6}$  м. При механическом упрочнении оболочки методом твердофазного спекания в адсорбирующей мелкодисперсной инертной засыпке в контакте с воспроизводимой

поверхністю качество сформированной поверхности ухудшается. Максимальная высота микронеровности оболочки становится равной  $(0,9 \div 1,2) \cdot 10^{-6}$  м. Представим, что процесс твердофазного спекания термопластичной пасты совместим с процессом пропитки расплавом. Пропитка медью металлокерамической оболочки способствует сглаживанию формирующегося микропрофиля: Ra поверхности не превышает  $(0,8 \div 1,0) \cdot 10^{-6}$  м. Свободная пропитка медью как процесс заполнения сформированных пор в металлокерамической оболочке при твердофазном спекании осуществляется в изотермических условиях. Результаты исследования влияния пористости оболочки на время пропитки показали, что при пористости 30–50 % уменьшение зерна от  $d = 32 \cdot 10^{-6}$  м до  $d = 10 \cdot 10^{-6}$  м изменяет продолжительность процесса на 30–40 %. Радиус пор в оболочке принимали по данным экспериментального определения микроструктуры металлокерамики до пропитки.

Характер сглаживания микронеровностей поверхности металлокерамических элементов определяется также способом пропитки пор расплавом. По схеме гравитационного способа степень заполнения пор определяется величиной напора, создаваемого при расплавлении медного элемента. Элемент из термопластичной пасты, помещенный в адсорбирующую засыпку, имеет контакт с воспроизводимой поверхностью и пропитываемым элементом, в качестве которого принимаются металлы, имеющие температуру плавления ниже, чем температура плавления металлического порошка, являющегося наполнителем в термопластичной пасте.

Методы, основанные на пропитке расплавом пористой металлокерамики и направленные на получение тонкорельефных поверхностей с высокой степенью однородности, апробированы для технологии художественных изделий (рис. 4).



Рис. 4. Металлическая пресс-форма, полученная методом шликерообразования

Представим, что процесс пропитки пор расплава металлокерамического элемента и его спекание происходит раздельно. В этом случае процесс спекания металлокерамики осуществляется в адсорбенте по традиционной технологии, принятой в порошковой металлургии. После спекания элемент помещается в пресс-форму, и заполнение пор происходит расплавом, подаваемым под давлением.

### ВЫВОДЫ

Результаты исследования характера микронеровностей металлокерамической поверхности, полученной при пропитке ее расплавом под давлением, показали, что степень однородности поверхности повышается по сравнению с гравитационным методом в среднем на 18–23 %.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Будников П. П. *Технология керамики и огнеупоров* / П. П. Будников, А. С. Бережной и др. – М. : Стройиздат, 1962. – С. 128–130.
2. Иванова Л. А. *Процессы формообразования гетерогенных керамических систем* / Л. А. Иванова, Н. О. Косицын. – Одесса : Полиграф, 2008. – 124 с.
- Иванова Л. А. *Процессы формообразования гетерогенных керамических систем* / Л. А. Иванова, Н. О. Косицын. – Одесса : Полиграф, 2008. – 124 с.