

УДК 621.74.02.011

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛВМ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ЛИТЬЯ

Шуманская Яна Владимировна

студентка 3 курса

кафедра «Машины и технология литейного производства»

ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский институт машиностроения»

Научные руководители:

Емельянов Вадим Олегович, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Машины и технология литейного производства»,

Мартынов Константин Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры

«Машины и технология литейного производства»

В работе рассматривается вариант технологии производства заготовок художественных изделий методом ЛВМ. Конкурентоспособность отливок повышается применением прикладных программ инженерного анализа и использования дуплексного отверждения слоев керамических форм.

Производство художественных отливок в современных рыночных условиях требует постоянного повышения конкурентоспособности заготовок. А именно улучшение потребительских свойств, снижения себестоимости и сроков изготовления. В настоящей работе рассматривается вариант комплексного решения проблемы конкурентоспособности заготовок художественных изделий. В качестве образца использована отливка «Ручка».

Отливка «Ручка» служит заготовкой для дверной фурнитуры культовых помещений Русской Православной Церкви. Данное изделие подлежит тиражированию в количестве 1000 штук. (рис.1.) Материал отливки латунь ЛС59-1.



Рис.1. Отливка «Ручка».

Требования заказчика отливка должна быть полной (не полой), геометрические искажения в следствии усадочных процессов не допускаются, не металлические включения на гладкой поверхности так же не допускаются, на фасонной части отливки не должно быть питателей. Заготовка «Ручка» имеет развитый макрорельеф на внешней поверхности причем плоскости покрытые рельефом перпендикулярны между собой. Такая конфигурация может быть получена только методом ЛВМ. Структура рельефа заготовки и требование заказчика не позволяет подводить питатели к массивной части которая представляет собой термический узел. Таким образом подвод металла и питание отливки возможно только через шейку ручки. Первоначально заказчик требовал после фасонной части иметь на отливке цилиндрический участок длиной 30мм при диаметре 12мм. Для прояснения вопроса о возможности получения подобной заготовки было проведено компьютерное моделирование процесса заполнения и затвердевания отливки.

Твердотельную модель получили в среде «КОМПАС». Данный программный продукт поставляется компанией «АСКОН». (Рис.2.)

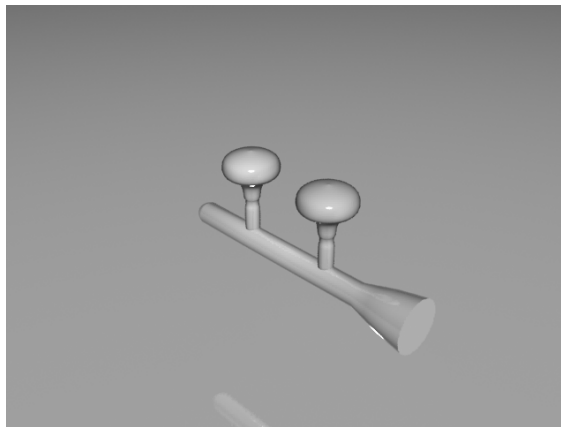


Рис.2. Твердотельная модель отливки «Ручка»

Процесс заполнения металлом и усадочные процессы были смоделированы прикладной программой компьютерного инженерного анализа LVMflow. Результаты расчета показали, что газопроницаемость литейной керамики Рис.3. позволят заполнять отливку без применения дополнительных выпоров на фасонной части изделия.

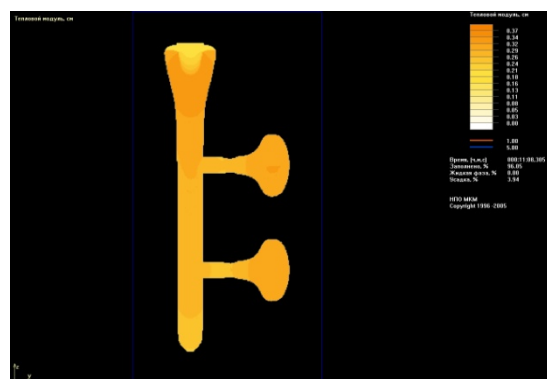


Рис.3. Результаты моделирования процесса заполнения формы металлом.

Расчеты усадочных процессов показали наличие усадки в верхней части отливки (Рис.4.).

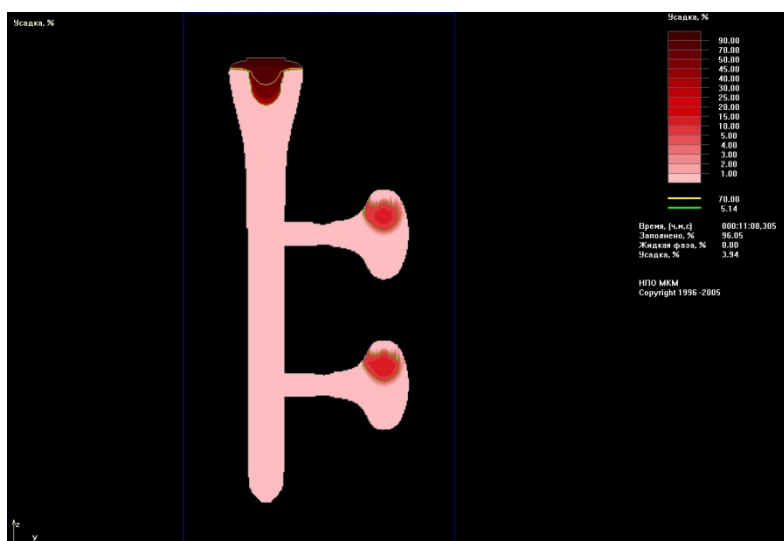


Рис.4. Результаты моделирования усадочных процессов.

Условия производства не позволяют увеличивать диаметр стояка. Поэтому было принято решение изменить конструкцию заготовки путем уменьшения длины цилиндрической части до 8мм (Рис.5.).



Рис.5. Выплавляемая модель с укороченной цилиндрической частью.

Кроме того, для улучшения питания при недостаточном объеме прибыли был применен прием рекомендованный Борисом Борисовичем Гуляевым [1]. Его суть в создании градиента температур по сечению формы в плоскости питания термического узла. Градиент температуры создавали путем захлаживания выступающей части отливки. При этом стояк выполняющий роль прибыли имел температуру 700°C , а термический узел в момент заливки находился при температуре $300...400^{\circ}\text{C}$. Технологически это достигалось путем установки формы к стенке прокалочного контейнера. Прокалка форм ведется до температуры 700°C . Перед заливкой контейнер выдерживали заданный промежуток времени. На расстоянии 50мм от стенки падение температуры происходит со скоростью 50°C в минуту.

Опытные заливки показали отсутствие геометрических искажений на заготовке.

Вопрос чистоты отливки по неметаллическим включениям не мог быть решен с помощью использования дорогостоящих обсыпочных материалов НКС или корунда в следствии ограниченного бюджета. По той же причине исключалось применение сварки для исправления дефектов.

Известно, что при поликонденсации гидролизованного ЭТС выделяется вода которая расходуется на гидролиз этоксильных групп. Благодаря этому процессу образуются полиэтоксисиланы[2].

Выделяющейся воды недостаточно для завершения поликонденсации. В результате гель получается рыхлым из за различной усадки полиэтоксисилана и золя кремнекислоты. Для ослабления этого явления сушку оболочек ведут при повышенной влажности воздуха до 80% или во влажный парам аммиака. Однако эти меры не предотвращают разрушение первого слоя при прокалке и образования засора в отливке.

Вопрос снижения напряжений в первом слое керамической формы решали с помощью технологии дуплексного отверждения ЭТС. Суть технологи в частичной сушке первого слоя выполненного на гидролизованном ЭТС. В течении 1...5 минут происходит желатинизация связующего в форме то есть оно становится вязким. Далее до начала образования усадочных напряжения на форму наносится слой суспензии водного раствора кремнезоля с $\text{PH}=9$. Кремнезоль на 70% состоит из воды которая пропитывает слой на ЭТС и способствует более полному протеканию процесса поликонденсации. Опытные заливки показали жизнеспособность данной технологии. Количество засоров по вине первого слоя сократилось на 80% для отливок с площадью поверхности 30дм^3 и практически засоры отсутствуют на отливках типа пластины с площадью $0,5...1\text{дм}^3$ (Рис.6.).



Рис.6. Отливки выполненные по технологии с дуплексным отверждением ЭТС.

Данная технология позволяет так же исключить аммиачную сушку кроме того покрытие на ЭТС эффективно наносить только на рабочие поверхности художественных отливок. Элементы литниково-питающей системы и обратная сторона плоских заготовок покрывают суспензией на водном растворе кремнезоля. Кремнезоль дает повышенную шероховатость но не склонен к разрушению при прокалке и заливке формы. Дальнейшая технология изготовления керамических форм не отличается от традиционной технологии для водных растворов кремнезоля.

Исследования свойств литейной керамики показали, что контактная поверхность формы имеет мелкаячеистую структуру (Рис.7.).

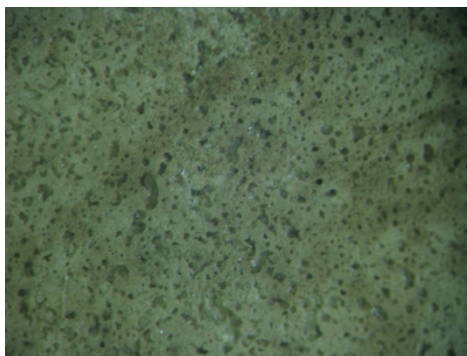


Рис.7. Контактная поверхность керамической формы (фрагмент) на основе связующих ЭТС-40 и Армосил ($\times 56$).

Такая поверхность характерна для кремнеорганического связующего. Водные растворы кремнезоля образуют развитую пористость при сегрегации компонентов огнеупорной суспензии[3]. Совместное гелеобразование не меняет пространственное распределение компонентов. В то же время свойства образующегося геля отличаются от полученного из «чистых» компонентов. Об этом можно судить по прочности форм. Оболочки выполненные на кремнезоле поставляемом под торговой маркой «Армосил» имеют прочность от 7 до 10МПа.

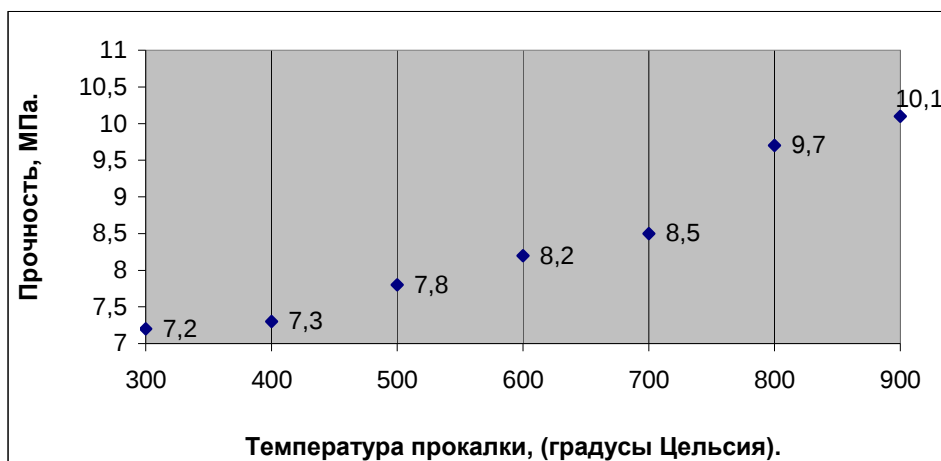


Рис.8. Зависимость прочности керамической формы, МПа, на основе кварцевого песка и связующего “Армосил” от температуры прокаливания, °С.

При выполнении комбинированных трехслойных форм, где покрытие на водном связующем чередуется с кремнеорганической связкой, прочность керамики существенно возрастает (Рис. 9).

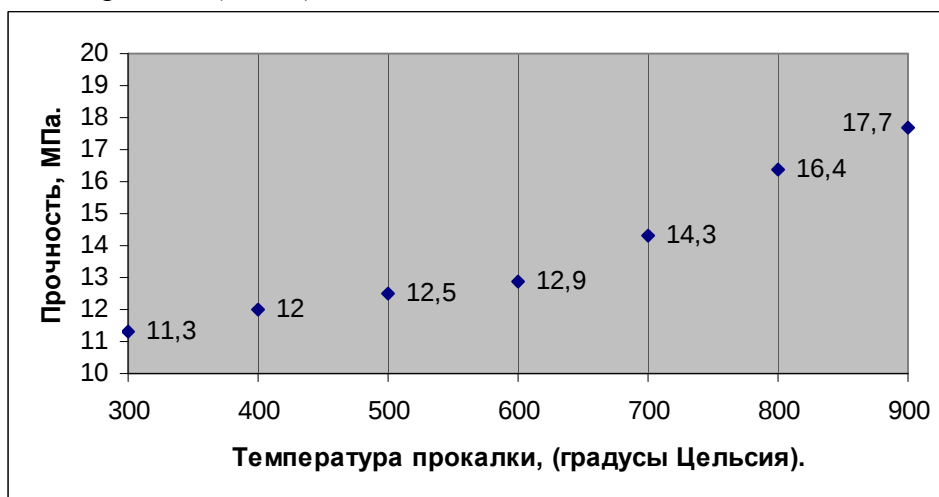


Рис. 9. Зависимость прочности керамической формы, МПа, на основе связующих ЭТС-40 и Армосил

Здесь необходимо учитывать, что последующий слой наносится в период загустевания золя на поверхности формы. При этом происходит химическое взаимодействие связующих, что ускоряет гелеобразование и уменьшает пористость обусловленную стационарным состоянием системы связующее - наполнитель. Пористость формы по слоям (Рис.10) для дуплекс технологии и обычной формы (Рис.11) показывают активное взаимодействие слоев.

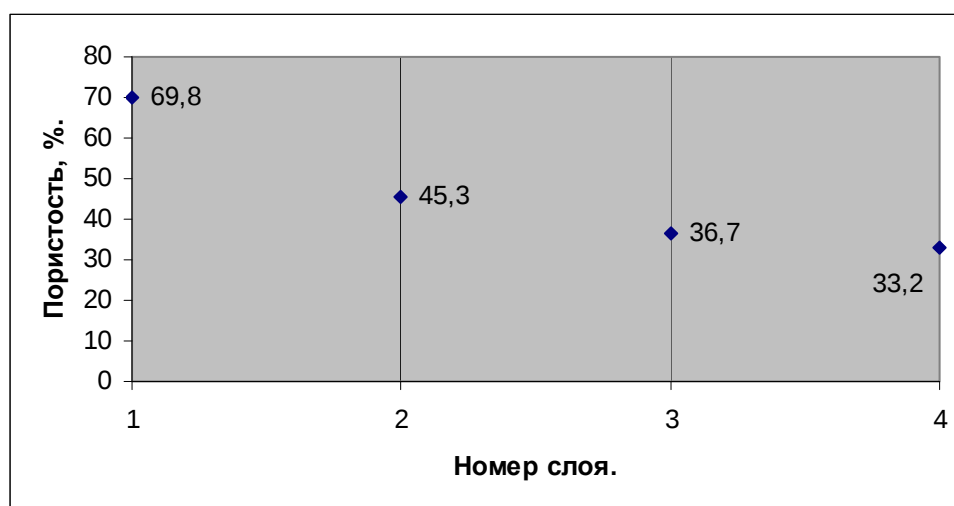


Рис. 10. Зависимость пористости керамической формы, %, на основе связующих ЭТС-40 и Армосил (3 слоя) от количества нанесенных слоев

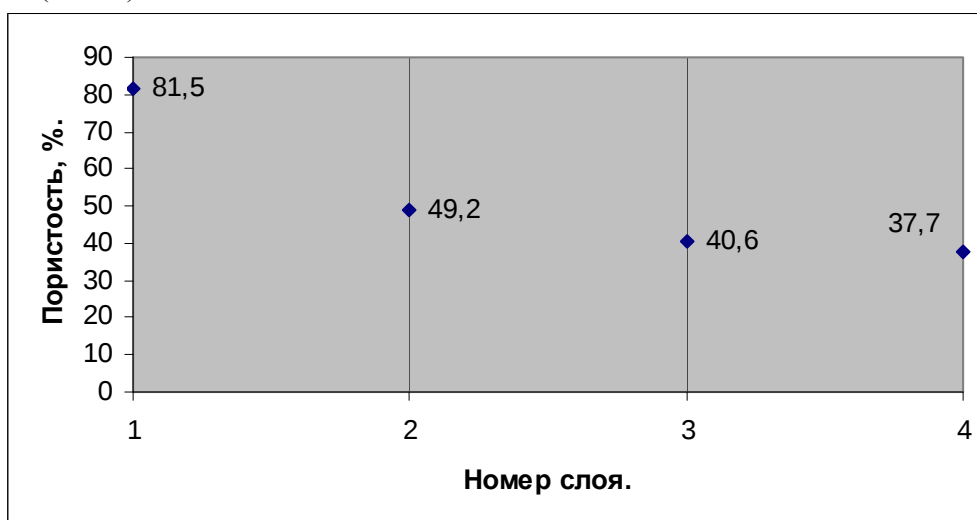


Рис. 11. Зависимость пористости керамической формы, %, на основе кварцевого песка и связующего «Армосил» + 10 % ЭТС от количества слоев

В целом современное художественное литье в технологическом плане приближается к машиностроительной отрасли и все дальше отходит от понятия искусство. Использование прикладных программ САПР позволяет исключить производство опытных отливок и уменьшить брак по недоливу и усадочным дефектам. Внедрение дуплекс технологии при изготовления форм значительно улучшает экологию производства за счет исключения использования аммиака. Брак по неметаллическим включениям снижается с 30 до 3%, что влечет за собой уменьшение накладных расходов на финишную обработку изделий. Представленный подход к производству литых заготовок художественных изделий успешно используется в ООО «Русский Модерн» в СПб.

Литература

1. Гуляев Б.Б. Литейные процессы. М.:Машиностроение. 1960.
2. Емельянов В.О. Формирование структуры и свойств керамических форм. СПб. :Санкт – Петербургский институт машиностроения. 2007.
3. Шкленник Я.И., Озеров В.А. Литье по выплавляемым моделям. — М.:Машиностроение. 1984.