



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-49-52>
УДК 621.74

Поступила 12.01.2021
Received 12.01.2021

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК

С. С. ТКАЧЕНКО, В. О. ЕМЕЛЬЯНОВ, К. В. МАРТЫНОВ, Филиал РАХ «ТВОРЧЕСКАЯ МАСТЕРСКАЯ «ЛИТЕЙНЫЙ ДВОР», г. Санкт-Петербург, Россия, Расстанный проезд, 1. E-mail: spblena@mail.ru

Изложены современные методы производства художественных отливок мелкой пластики. Рассмотрен этап изготовления выплавляемой модели и разработки технологии отливки. Приведены теоретические основы получения выплавляемых моделей заданного качества. Представлен обзор технологий изготовления типовых отливок.

Ключевые слова. Художественное литье, литье по выплавляемым моделям (ЛВМ), модельный состав, керамическая форма, прочность.

Для цитирования. Ткаченко, С. С. Современная технология литья по выплавляемым моделям для производства художественных отливок / С. С. Ткаченко, В. О. Емельянов, К. В. Мартынов // Литье и металлургия. 2021. № 1. С. 49–52. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-49-52>.

MODERN TECHNOLOGY OF INVESTMENT CASTING FOR THE PRODUCTION OF ARTISTIC CASTINGS

S. S. TKACHENKO, V. O. EMELIANOV, K. V. MARTYNOV, Branch of the Russian Academy of Arts "CREATIVE WORKSHOP "FOUNDRY YARD", Saint Petersburg, Russia, 1, Rasstanny proezd. E-mail: spblena@mail.ru

The publication describes modern methods of production of fine plastic art castings. The stage of production of the smelted model and development of casting technology is considered. The theoretical basis for obtaining smelted models of a given quality is given. The review of technologies of production of standard castings is presented.

Keywords. Art casting, investment casting (IC), model composition, ceramic shape, strength.

For citation. Tkachenko S. S., Emelyanov V. O., Martynov K. V. Modern technology of investment casting for the production of artistic castings. Foundry production and metallurgy, 2021, no. 1, pp. 49–52. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-49-52>.

Современный рынок художественного литья стремительно освобождается от дешевых подделок и переходит к тиражированию высокохудожественных изделий. Внедрение современных материалов и технологий позволяет говорить о серийном производстве данной номенклатуры заготовок. Жесткие требования коммерсантов по качеству, срокам и стоимости можно выполнить, используя унифицированные и экономичные приемы работы.

Литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) позволяет воплощать в металле любые шедевры художника. Задача производства – сделать эксклюзивную отливку в нужном количестве.

Выбор модельного состава определяется доступностью на рынке и технологическими свойствами. Для художественных отливок – это состав Р-3. Состав смачивает материалы форм при температуре расплава от 75 °С (табл. 1).

Таблица 1. Результаты измерений Θ_0 на различных подложках для состава Р-3

Материал подложки	Краевой угол смачивания Θ_0 , град
Сырая резина	56
Вулканизированная резина	65
Белая резина	68
Виксинт У – 1–18	65
Алюминиевый сплав АЛ – 2	79
Свинец (Pb)	75
Латунь Л – 60	74

С повышением температуры модельного состава краевой угол смачивания уменьшается до растекания (табл. 2).

Таблица 2. Статический краевой угол смачивания для состава Р-3 в зависимости от температуры расплава (подложка – кварцевое стекло)

$T_{\text{сост.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	100	90	85	80	75	65
$\Theta_0, \text{ град}$	Растекание	57	59	65	66	90

При этом возрастают силы адгезии и затрудняется съем модели. В ходе экспериментов по заполнению макрорельефа модельной оснастки установлено, что оптимальный интервал температур заливки для состава Р-3 от 75 до 85 °С. Предпочтение отдается нижнему пределу по усадке и легкости съема модели [1].

Температуру подложки желательно иметь не выше +25 °С по легкости съема и не ниже +10 °С по проливаемости макрорельефа. Данное замечание относится к пресс-формам на основе искусственных каучуков и силиконового герметика. Металлические пресс-формы предпочтительно заливать в интервале +20 – +10 °С, с повышением температуры возможно затрудненное отделение модели. Охлажденная ниже +10 °С оснастка дает на поверхности моделей брак в виде «заворотов».

Изготовление моделей стояков проводили в разъемных алюминиевых формах методом свободной заливки (рис. 1). Охлаждение форм происходило в емкости с водой. Полуформы скрепляли резиновым жгутом. Это обеспечивает легкость сборки и отсутствие травмирующих элементов для оператора.

Стояк армирован латунной тонкостенной трубкой на всю длину. Выступающая из модельного состава часть трубки составляет 200–250 мм. Такая ручка позволяет уверенно манипулировать блоком при формировании керамической оболочки. При монтаже моделей стояк закрепляется в штативе и может быть сориентирован в трех плоскостях (рис. 2).

Монтаж осуществляется электропаяльником с плоским жалом площадью 2 см². При необходимости – соединить поверхности большей площади, площадка соединения проглаживается до проплавления. Это нужно для сокращения времени операции монтажа. Ножи с площадью нагреваемой части 4–8 см² применяются редко.

При разработке технологии большое внимание уделяется месту подвода питателей. Приоритет имеют обрабатываемые поверхности. При подводе металла в художественный рельеф выбирают монотонные участки. В этом случае на питатели в месте подвода делают сужение.

Положение отливки массивной частью – вверх по заливке. При наличии утолщений в заготовке обязательно применение отводных прибылей в виде массивных питателей (рис. 3). Подвод металла к отливке осуществляется через перетяжку сечением 8–16 мм². Остальные питатели размещены на обрабатываемых частях заготовки.



Рис. 1. Изготовление модели стояка



Рис. 2. Монтаж модели настенного бра на стояке (модель двухрожкового бра выполнена неразъемной). Стояк закреплен в штативе

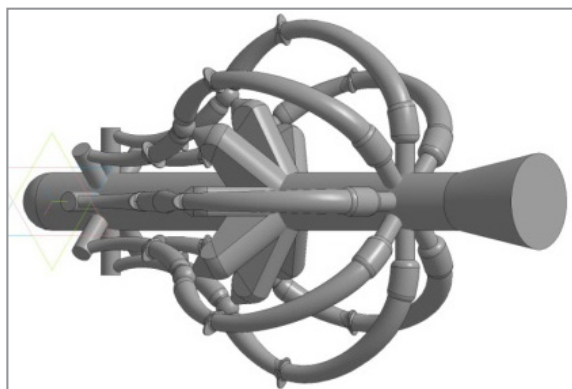


Рис. 3. Технология изготовления рожков для осветительного прибора

Пластинчатые заготовки рационально монтировать в виде пакетов с зазором между элементами 10 мм (рис. 4). Зазор необходим для обеспечения качественного отверждения связующего при формировании оболочки. Механическая прочность выплавляемой модели обеспечивается стяжками на все элементы пакета. Модель крепится к стяжке точечной пайкой. При этом расплавленный восковой состав спускают на модель под действием силы тяжести. Самой модели паяльник не касается. Стяжки соединяют со стояком питателями. В итоге получается конструкция в виде фермы, обладающей достаточной манипуляторной прочностью.

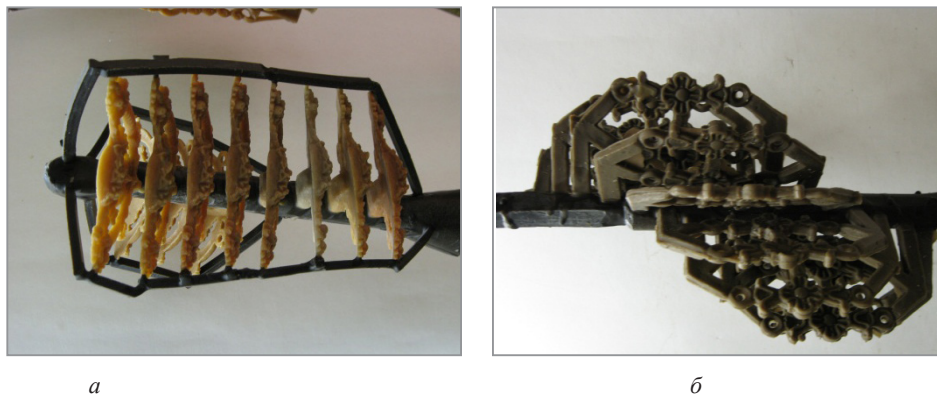


Рис. 4. Пакетный монтаж плоских отливок: *а* – перпендикулярно стояку; *б* – по винтовой линии

Зазор между пластинами нежелательно увеличивать более 15 мм. Керамическая форма должна заполнить промежуток целиком (рис. 5). Образуется монолит, который выдержит вытопку модельного состава в воде и формовку в опорном наполнителе. Выступающие консольные детали склонны к образованию трещин в области основания.

Следует стремиться максимально сократить расстояние между отливкой и стояком. В первую очередь за счет размещения стояка по оси симметрии отливки (рис. 6).

В то же время кольцевые заготовки рационально монтировать вертикально по заливке для плотной установки форм в контейнере (рис. 7).

Мелкие отливки можно размещать на коллекторах, которые в свою очередь крепятся к стояку (рис. 8). Монтаж односторонний – для обеспечения быстрого заполнения формы металлом [2]. В противном случае имеет место не пролив части отливок.



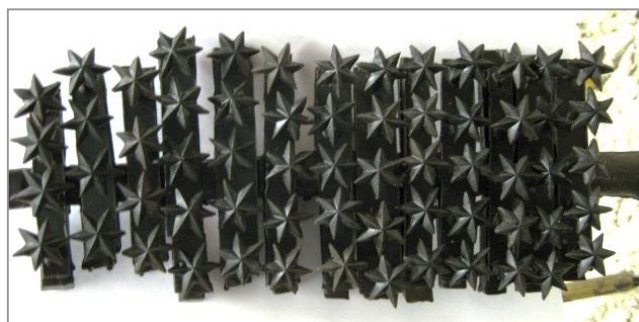
Рис. 5. Керамическая четырехслойная форма



Рис. 6. Расположение стояка по воображаемой оси вращения отливки



Рис. 7. Рациональный монтаж кольцевых заготовок



а



б

Рис. 8. Односторонний монтаж мелких художественных отливок: *а* – вид в фас; *б* – вид в профиль

Изготовление керамических форм начинают с оформления внутренних полостей стержнями. Для мелких отливок типа порфиток операция выполняется до монтажа моделей на стояк. Выплавляемые модели дополняют жеребейками в виде шпилек. Шпиловку ведут с шагом 30 мм. В качестве жеребеек удобно использовать латунную нагартованную проволоку толщиной 0,5 мм. Проволокой с бухты прокалывают модель и обрезают до нужной длины. Стержни объемом менее 100 см³ формируют из смеси высокопрочного гипса и маршаллита в соотношении 1:1. Смесь затворяют водой до вязкости 30 с по вискозиметру ВЗ-4. Время живучести гипсомаршаллитовой смеси 60–120 с. До полного затвердевания стержня проходит 20–30 мин в зависимости от объема полости (рис. 9).

При необходимости стержень дополнительно армируют стальной проволокой на всю длину. Арматуру следует вводить в стержень сразу после заливки гипсомаршаллитовой смеси. Модели со стержнями очищают от подтеков и передают на монтаж.

Стержни объемом более 100 см³ изготавливают полыми для снижения массы. Выплавляемую модель шпилуют, затем внутреннюю полость проливают суспензией на основе водного раствора кремнезоля с маршаллитом. Обсыпают покрытие формовочным песком с размером зерен 0,2–0,3 мм. Сушку покрытия осуществляют продувкой воздуха через трубку под давлением 0,5 кг/см². Формируют 3–4 слоя (рис. 10). В некоторых случаях удобно изготавливать стержень после монтажа модели на стояк.



Рис. 9. Гипсовые стержни в моделях порфиток

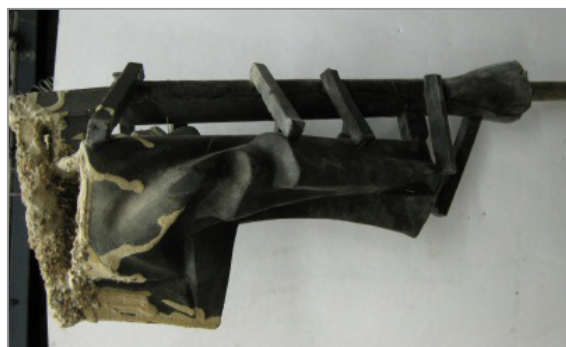


Рис. 10. Трубчатая заготовка со стержнем

Представленная технология показала гибкость и универсальность для широкого спектра художественных отливок. Высокая производительность достигается унифицированным способом монтажа моделей на стояк. Зная принцип расположения моделей по направлению к заливке, оператор самостоятельно проводит компоновку при монтаже. Для смешанной номенклатуры такой подход позволяет избежать появления стоячков с недостаточно плотной компоновкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ткаченко С.С., Емельянов В.О., Мартынов К.В. Условия и особенности формирования рельефа художественных отливок // Литейное производство. 2017. № 12.
2. Шкленник Я.И. Литье по выплавляемым моделям. М.: Машиностроение, 1984.

REFERENCES

1. Tkachenko S.S., Emel'janov V.O., Martynov K.V. Usloviya i osobennosti formirovaniya rel'efa hudozhestvennyh otlivok [Conditions and features of the formation of the relief of artistic castings]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry*, 2017, no. 12.
2. Shklennik Ja.I. *Lit'e po vyplavljaemym modeljam* [Lost wax casting]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984.