

Министерство культуры Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение культуры  
«Кирилло-Белозерский историко-архитектурный  
и художественный музей-заповедник»

Научно-популярная статья  
**Пористость как дефект отливок при литье по выплавляемым  
моделям и некоторые способы ее устранения**

А.В. Цветков

С момента открытия мастерской художественного литья в Кирилло-Белозерском музее-заповеднике прошел ровно год. В течение этого периода проведена большая работа по изучению археологических коллекций из фондов музея-заповедника, сделаны попытки реконструкции украшений, относящихся к раннему средневековью, выпущены малотиражные серии сувенирной продукции в рамках подготовки музея-заповедника к туристическому сезону и организации реконструкторских фестивалей в 2020 году. В этом году на прилавках сувенирных магазинов в небольшом количестве можно будет увидеть такую продукцию, как шумящие подвески, лунницы, зооморфные ложновитые фибулы и кольца.

Вся сувенирная продукция была изготовлена небольшими сериями не столько из-за ограниченных технических возможностей мастерской, сколько из-за отсутствия опыта работы по отливке сложных художественных изделий. Недостаточное знание физических и химических процессов, несоблюдение надлежащих технологических условий, неизбежно порождали большое количество таких дефектов, как недоливы, пригар, трещины, корольки, неслитины, облой и пористость.

Недоливом называется отсутствие отливки или ее часть; пригаром – наплывы металла на отливке с шероховатой поверхностью; трещинами – щели в теле отливки; корольками – шарики металла на поверхности отливки; неслитинами – слоистость отливки; облоем – ободки неправильной формы вокруг отливки; пористостью – мелкие лунки и раковины, а также их скопления на поверхности отливки.

Для начинающих ювелиров пористость является основным видом брака при литье изделий. На процесс образования пор в отливке влияют многие факторы. Ими могут быть неправильное присоединение литниковой системы, неполное выжигание воска, наличие воздушных карманов в восковых моделях, малое время прокаливания, быстрый нагрев формы при вытапливании модельного состава, плохой состав сплава из-за выгорания лигатуры, большое количество возврата при плавке, но главными из них являются высокое содержание газа в сплаве и усадочная пористость.

Для устранения пористости на поверхности отливки нужно стремиться к заливке металла с температурой, максимально близкой к температуре ликвидуса. Ликвидусом называется температурная точка максимального насыщения расплавом первичной твердой фазы. Выше этой температуры металл становится полностью жидким. Металл при температуре, близкой к ликвидусу, подготовлен к переходу в твердое состояние. В нем находится большое число групп атомов с ориентированным расположением наподобие кристаллической решетки. Чем ниже температура металла, тем больше в нем таких групп, прочнее связь между ними, меньше хаотически движущихся неориентированных атомов.

Завышенная температура заливки способствует загазовыванию металла кислородом воздуха, которое снижает текучесть расплава и ухудшает качество металла, что приводит к образованию газовых пор. При высокой температуре осыпаются графитовые тигли. Осыпавшиеся частицы тиглей, попавшие в сплав, также приводят к многочисленным порам. Перегрев заливаемого металла не должен превышать 20% температуры плавления. Этого можно добиться, повысив температуру формы. Кроме того, необходимо разработать такую литниковую систему, которая сообщит отливкам направленность затвердевания.

Как показывает практика, первые очаги затвердения (кристаллизации) расплава возникают в отливке на ее поверхности в местах соприкосновения с формой и затем последовательно проходят от периферии к тепловому центру.

Жидкий расплав, залитый в форму, соприкасается с ее стенками, его частицы адсорбируются на стенках, в результате чего образуются очень тонкие поверхностные слои с ориентированными определенным образом атомами. Эти пограничные слои жидкого металла или сплава на поверхности формы являются благоприятными местами для зарождения центров кристаллизации. В отливках из чистого металла центры кристаллизации образуются вначале в местах соприкосновения стенок формы и жидкого металла, а в дальнейшем по мере продвижения фронта кристаллизации вглубь отливки на границе закристаллизовавшегося и жидкого металла. Получается как бы наслаивание бесконечно тонких слоев металла одного на другой. Затвердевающие объемы расплава смыкаются с разных сторон, и, в случае недостатка жидкого расплава для компенсации усадки, образуют пустоту – раковину.

Для беспрепятственной подпитки поверхности кристаллизации жидким металлом необходимо увеличить диаметр стояка, литьевые каналы.

Для устранения пористости трудно дать точные рекомендации. Успех может зависеть совокупности разных факторов: от знания физических и химических особенностей металлов и сплавов, условий, в которых протекает процесс, температурного режима прокалики опоки, от скорости литья и охлаждения, наличия примесей в металле и многих других, но главным залогом успеха в литье был и остается опыт мастера.

Андрей Валерьевич Цветков  
экскурсовод отдела по работе с посетителями  
Кирилло-Белозерского историко-  
архитектурного

и художественного музея-заповедника

e-mail: [tsvetkov-andrey58@mail.ru](mailto:tsvetkov-andrey58@mail.ru)

[www.kirmuseum.org](http://www.kirmuseum.org)