

Министерство культуры Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение культуры  
**«КИРИЛЛО-БЕЛОЗЕРСКИЙ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНЫЙ  
И ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ МУЗЕЙ-ЗАПОВЕДНИК»**

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СТАТЬЯ

**Устранение последствий зональной ликвации  
с поверхности отливок из медесодержащих сплавов**

А.В. Цветков

С какими только проблемами не приходится сталкиваться начинающему литейщику не имеющему специального образования в своей работе. Тем более, если мастерская находится не в большом городе, а в далекой провинции, где невозможно найти специальную литературу или спросить совета у опытного коллеги. Мастерская художественного литья, открытая в Кирилло-Белозерском музее-заповеднике, за два года своей деятельности, наверное, перевидала все известные виды литейного брака. Но «нет худа без добра» - именно в процессе исправления ошибок, преодоления трудностей, решения проблем нарабатывается бесценный опыт.

Мастерская ориентирована, в первую очередь, на изучение музейных коллекций и последующую реконструкцию музейных артефактов, созданных древними мастерами в технике литья. Самыми распространенными и наиболее доступными (а поэтому традиционными) материалами для изготовления средневековых литых предметов были медесодержащие сплавы, такие как бронзы и латуни. Не смотря на относительно низкую стоимость этих сплавов, работа с этими сплавами представляет определенные трудности, а перед начинающим литейщиком нередко ставит сложные, трудноразрешимые задачи.

Все, кто сталкивался с художественным литьем медесодержащих сплавов, таких как латунь, бронза, томпак, знают, что одним из самых трудоемких этапов является процесс после литейной обработки поверхности изделий. Вследствие неравномерного смешивания составных элементов сплава (ликвации металла) поверхность отливок получается покрытой участками, обогащенными либо чистой медью, либо окисью меди, либо закисью меди (фото 1).



Ликвация металла (La liquation) – это Фото 1. Отливка до обработки свойство сплавов распадаться при переходе из жидкого в твердое состояние на составные части или отдельные соединения, которые имеют различные точки плавления. В случае ликвации при застывании жидкого металла выделяются и затвердевают в первую очередь самые тугоплавкие тела, затем менее тугоплавкие и, наконец, самые легкоплавкие. Иногда, еще до начала остывания, происходит распадение легко ликвирующих сплавов на части различного состава, которые размещаются соответственно их удельному весу (легкие сверху, тяжелые снизу). Если такая неоднородность существует уже в жидком состоянии, то она сохраняется как при быстром, так и при медленном затвердевании<sup>1</sup>. В данной статье предлагается несколько способов устранения последствий зональной ликвации на поверхностях отливок.

Оксид меди (оксид меди двухвалентный  $\text{CuO}$ ) – кристаллы чёрного цвета, в обычных условиях довольно устойчивые, практически нерастворимые в воде.

Закись меди (оксид меди одновалентный  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) – твёрдое вещество темно-бурого цвета, нерастворимое в органических растворителях.

В результате ликвации поверхность отливки, покрытая пятнами разного цвета и структуры, визуальнo выглядит очень непрезентабельно.

Процесс удаления пятен меди и ее оксидов и придание поверхностям отливок из латуни, бронзы и томпака равномерного и глубокого желтого цвета называется осветление или отбеливание металла.

Теоретически известно несколько простых и надежных способов осветления отливок из медесодержащих сплавов.

Самым простым и щадящим из них является отжиг изделия с флюсом, приготавливаемым из двух частей буры и одной части борной кислоты с последующим кипячением в растворе лимонной кислоты (в некоторых случаях отжиг и кипячение необходимо проводить несколько раз). Он применяется тогда, когда поражения поверхности зональной ликвацией являются минимальными.

В том случае, если большие зоны поражения располагаются на гладкой поверхности, можно применить способ электрохимической полировки. Этот способ позволяет получать практически зеркальные поверхности, но он невозможен тогда, когда изделие украшено глубоким и тонким рельефом, который необходимо сохранить.

Несколько лет назад многие литейщики осветляли латунные отливки концентрированной азотной кислотой, но в настоящее время, вследствие объективных причин, доступ к концентрированным кислотам запрещен.



Фото 2. Отливка после обработки

Хорошие результаты отбеливания поверхности латунных отливок дает способ с применением персульфата аммония – доступного (продается в любом магазине радиодеталей) и недорогого реактива, традиционно используемого радиолюбителями для протравливания медных плат. С расходом 70 граммов на один литр воды и нагреве раствора до температуры 50 – 60 градусов Цельсия персульфат аммония позволяет качественно и равномерно удалять следы зональной ликвации с поверхности отливок. Процесс необходимо

контролировать, так как реакция проходит достаточно бурно. После отбеливания все изделия достаточно промыть проточной водой.

---

<sup>1</sup> Брокгауз Ф.А. и Эфрон И.А. Энциклопедический словарь под редакцией профессора И.Е. Андреевского т.34 – СПб, 1890 г. – с. 61

### Список литературы:

1. Брокгауз Ф.А. и Эфрон И.А. Энциклопедический словарь под редакцией профессора И.Е. Андреевского, СПб, 1890 г.

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)