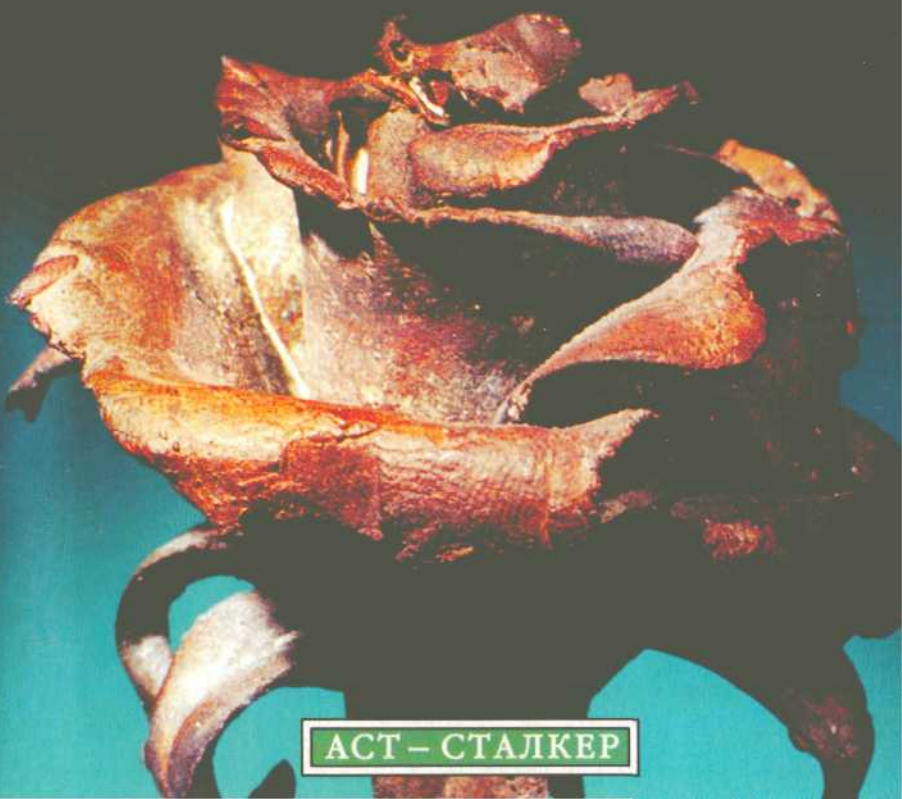


СЕКРЕТЫ МАСТЕРА

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЛИТЬЁ

Материалы для литья • Литьё в земляные
формы • Комбинирование разных техник
Декоративно-защитные покрытия



АСТ – СТАЛКЕР

УДК 739
ББК 85.125
Х98

Серия «Секреты мастера» основана в 2000 году

Художник Н.Н. Колесниченко

Подписано в печать с готовых диапозитивов 22.04.04.
Формат 84X108¹/32. Бумага типографская. Печать высокая
с ФПФ. Усл. печ. л. 3,36. Тираж 5000 экз. Заказ 1263.

Художественное литьё / Авт.-сост. С.В. Ухин. — М.:
Х98 ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2004. —
59, [5] с: ил. — (Секреты мастера).

ISBN 5-17-018315-1 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 966-696-138-5 («Сталкер»)

Художественное литьё является одним из древнейших способов получения изделий из металла. Эта книга расскажет о древних и современных способах литья, поможет мастеру-литейщику в усовершенствовании техники литья, в правильном выборе материалов. Книга иллюстрирована, снабжена рецептурной информацией. В нее включены разделы о комбинировании различных техник и о защитно-декоративной обработке изделий из черных и цветных металлов.

УДК 739
ББК 85.125

© Авт.-сост. С.В. Ухин, 2003
© ИКФ «ТББ», 2003
© Серийное оформление.
Издательство «Сталкер», 2003

www.infanata.org

Рабочее место и оснащение

Для индивидуальной мастерской вполне пригодна кузница.

Помещение должно быть светлым и снабжено достаточной вентиляцией.

Над горном и над изложницами (местом разливки жидкого металла) — основным устройством как кузнечной, так и литейной мастерской — оборудуются специальные вытяжки. К горну необходим доступ с трех сторон. Это основное устройство должно быть удобно в работе и снабжено достаточной вытяжкой и вентилятором. Нужно иметь также вспомогательные дополнительные вентиляторы. К оснащению рабочего места относятся и емкости для хранения формовочной смеси, стол-верстак, на котором осуществляется формовка, стеллажи (стационарный и передвижной) для содержания инструментов.

Электропечь и газовая горелка также необходимы в работе литейщика.

Муфельная печь в домашней мастерской

Литейщик может изготовить ее сам. Нужна огнеупорная глина (шамот), 20 м нихромовой проволоки диаметром 1,2 мм и металлический кожух. Стакан с внутренним диаметром 150 мм, толщиной стенки 20 мм и высотой 250 мм из шамота обжигает-

ся при температуре до 1000 °С. На глиняный стакан наворачивается нихром, между витками проволоки укладывают асбестовый шнур. Сверху наматывается также асбестовый шнур, обмазывается жидким стеклом и помещается в металлический кожух, на дно которого насыпана теплоизоляционная прослойка из асбестовой ваты или шамота. Концы нихрома выводят наружу через керамические изоляторы. Теплоизоляционную прокладку делают по бокам кожуха и накрывают крышкой. Тигель обычно отливают из чугуна. Размером тигель чуть меньше муфеля с расчетом на расширение при нагреве.

Литейные материалы

Технология литья предусматривает использование большей частью сплавов, а не чистых металлов. В чистом виде используются тяжелые металлы — олово, свинец, цинк. А сплавы — медные (чаще всего это бронза и латунь) и алюминиевые.

Сплавы представляют собой соединение путем плавки металлов и химических элементов и должны обладать следующими основными свойствами: **текучестью, усадкой и ликвацией.**

Бронза — сплав меди с оловом или другими металлами — свинцом, никелем.

Если в сплаве 4-6% олова, бронза пластична, ее можно ковать, если 27% — сплав твердый и хрупкий. При содержании 33% олова сплав становится похожим на серебро, он называется белая бронза. Температура плавления меди — 1083 °С, в сплаве с оловом она снижается до 800 °С (25% олова, цвет желто-белый).

Латунь — сплав меди с цинком (до 45%). Легко поддается резке, паяется как мягкими, так и твердыми припоями, прочны на ней и гальванические покрытия. Температура плавления 980-1000 °С.

Силумин — сплав алюминия с кремнием, имеет высокие литейные качества.

В качестве сырья для отливки алюминиевых изделий используют отслужившие головки блоков двигателей автомобилей, поршни, изготовленные из алюминиевых сплавов.

Цинк (сплав). Для отливки точных деталей из **цинка** применяют сплав, в составе которого 94% цинка, 4% алюминия и 2% меди.

До этого речь шла о легкоплавких металлах, с низкой температурой плавления. Но мастеру в индивидуальной мастерской приходится работать и с тугоплавкими металлами. Получить литые изделия из металлов с высокой температурой плавления поможет собственный **шахтный горн**.

Устройство и эксплуатация шахтного горна

Размер шахтного горна обычно произвольный; шахта горна — квадратного сечения, двойной кладки — огнеупорный кирпич внутри и обычный снаружи; нижняя часть или подвал шахты — это зольная камера с заслонкой для удаления золы; над зольником устраивается колосниковая решетка из чугуна

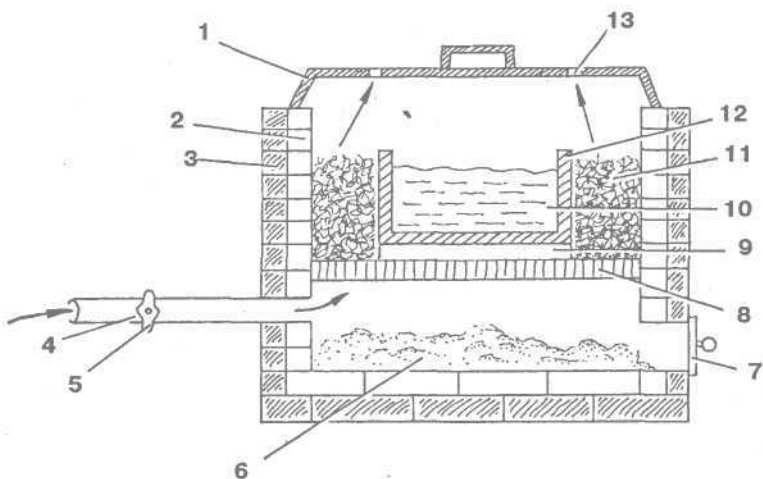


Рис. 1. Шахтастиглем в разрезе: 1 — крышка; 2, 3 — стенки горна: внутренняя из огнеупоров и внешняя из обычного кирпича; 4 — подача воздуха; 5 — регулятор подачи воздуха; 6 — зольная камера; 7 — заслонка зольника для удаления золы; 8 — колосниковая решетка; 9 — подставка под тигель; 10 — металл; 11 — топливо; 12 — тигель; 13 — отверстия для выхода газов горения

ных колосников, под которую по отверстию в зольник вентилятором подается воздух, обеспечивающий горение угля; на колосниковой решетке устанавливается огнеупорная подставка под тигель; тигли — чугунные или графитовые; топливо, лучше всего кокс, но хорош и антрацит, засыпается между стенками шахты и стенками тигля; накрывает шахту специальная крышка с отверстиями для выхода газов горения.

Технологические разновидности художественного литья

Рассмотрим три наиболее известные из них:

1. Литье по шаблонам в земляные формы.
2. Литье по выплавляемым моделям.
3. Литье по выжигаемым моделям.

Инструменты для формовки и приспособления для литья по моделям

Формовочный инструментарий (инструменты, используемые для набивки формы и удаления из нее модели или шаблона): лопатка, сито, трамбовка, линейка, специальный правильный брусок, вентиляционная игла, киянка, мастерок, шпатель, кисти.

Инструменты для отделки формы: гладилки, отделочные и подрезные ланцеты.

Оснастка для литья по моделям

Опока — рама (ящик без дна) с формовочной землей для заливки металлом; деревянная или металлическая.

Подмодельная доска — деревянная или металлическая плита с гладкой поверхностью.

Резиновая пресс-форма — приспособление из резины, двух полированных стальных пластин и вулканизатора (в частной мастерской вполне пригоден автомобильный на 12 В через трансформатор).

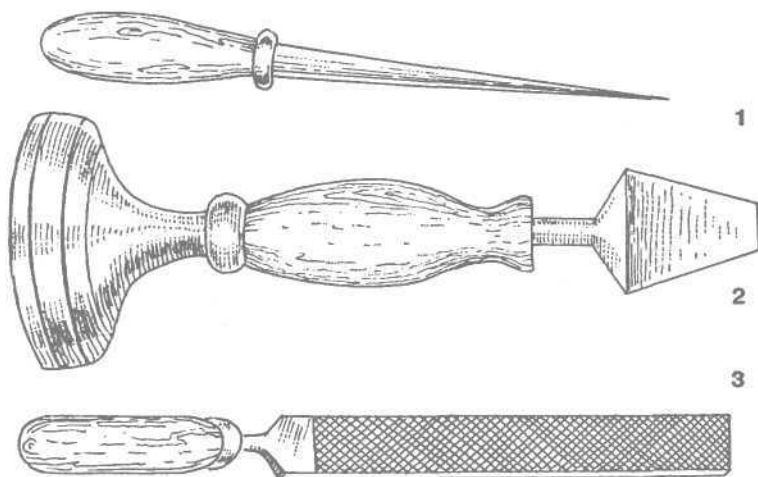


Рис. 2. Формовочный инструмент: 1 — вентиляционная игла; 2 — трамбовка формовочная; 3 — правильный брусок



Рис. 3. Ланцет

Пресс-шприц — самодельный шприц для заполнения под давлением модельного состава в пресс-форму.

Центрифуга ручная — приспособление для центробежного литья в индивидуальной мастерской; с помощью такого приспособления жидкий металл заполняет форму под давлением.

Материалы для формовки

Формовочная земля — увлажненная смесь глины (до 25% содержания) и песка.

Графит.

Гипс.

Пемза.

Кварц.

Глюкоза (в качестве замедлителя).

Щелочи (в качестве разделителя).

Известняк (шифер).

Каолин.

Мел.

Материалы для изготовления моделей

1. Пластилин, гипс, пластик, дерево.

2. Воск, парафин, стеарин; технический желатин, столярный клей.

3. Полистирол (пенопласт) — ячеистый пластик.

Литье по моделям в земляные формы

Это простейший способ получения отливок. Вкратце технология такова: по нужному шаблону (модели) из формовочной земли изготавливают форму для заливки расплавленным металлом. Форма, сделанная по тому или иному шаблону, — одноразовая: при выемке отливки она разрушается, поскольку создана из смеси песка и глины (25% содержания в смеси глины, 75% — песок). Но сама смесь для получения литейной формы можно использовать многократно, обновляя лишь внутренний облицовочный слой. Шаблон может быть изготовлен из любого материала — пластилина, гипса (наиболее приемлемые и удобные материалы), из дерева, пластмассы, металла. Моделью может служить и сама деталь; если нужно сделать такую же (восстановить ее первоначальный вид), то пластилином наращивают на реставрируемой или восстанавливаемой детали недостающие части по начальному образцу.

Если по каким-то причинам невозможно воспользоваться в качестве модели пластилиновой копией оригинала, все-таки есть выход: можно сделать гипсовый слепок с оригинала (пусть это и более трудоемкий и хлопотный способ).

Процесс получения гипсовой модели изделия таков: оригинал помещают лицом вверх на ровную плиту в раму из дерева или другого материала, при этом борта рамы должны быть выше копируемого изделия и изнутри смазаны мыльной пеной.

Гипс растворяют в обильном количестве воды до состояния жидкой сметанообразной массы. В быстром темпе оригинал тщательно покрывают слоем жидкого гипса, нанося его широкой малярной кистью, а затем заливают раму гипсовым раствором до краев. Можно ускорить или замедлить схватывание гипса: в первом случае нужна добавка 4% раствора поваренной соли, во втором — 1% раствора уксусной кислоты. Далее гипсовую форму (слепок) сушат при температуре, не превышающей 50°C, обрабатывают в контррельефе, наращивают по мере необходимости рельеф, сглаживают выступы, заделывают раковины. Перед непосредственным изготовлением модели слепок покрывают 3% раствором щелока, а еще проще — хорошо взбитой мыльной пеной, что создаст разделительный слой, и заливают жидким гипсом. Таким образом, шаблон готов, и можно приступить к его формовке.

Процесс формовки шаблона и получения готовой отливки

Опоку ставят на подмодельную доску, на которую также кладут шаблон или оригинал. Доску посыпают графитом, чтобы не прилипала облицовочная смесь, которую насыпают через сито для полного покрытия модели. Плотнo заполняют опоку до краев, укладывая землю слоями и уплотняя трамбовкой, а излишек земли сглаживают специальным брусом или ровной планкой, проводя по краям опоки, и переворачивают ее; сверху ставят вторую опоку, в которой заформовывают конусные бруски — модели литника и выпора. Затем, сняв верхнюю опоку, удаляют бруски, а из нижней опоки удаляют шаблон, после чего к отверстиям, оставшимся от моделей литника и выпора, из полости шаблона прорезают узкие соединительные каналы. Опоки совмещают в прежнем положении и заливают через литник жидкий металл, который течет в полость

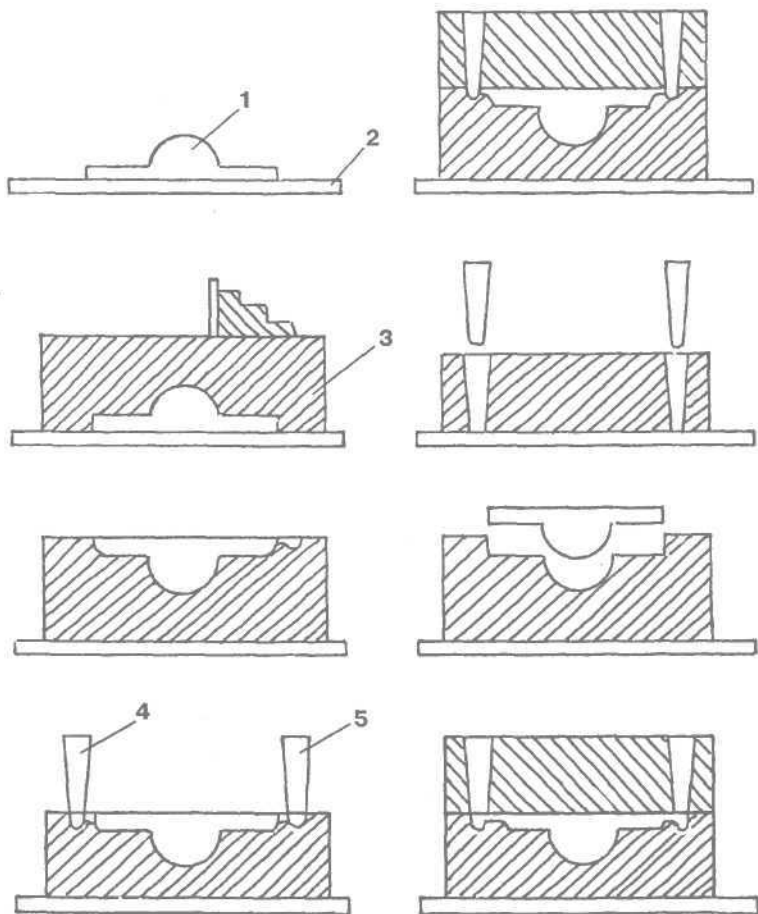


Рис. 4. Технология получения отливки простейшим способом: 1 — модель; 2 — подмодельная плита; 3 — опока; 4 — выпор; 5 — литник

формы, а по другому каналу, направленному к выпору, из литейной формы вытесняется воздух, форма равномерно и полностью заполняется металлом. Заданная отливка получена.

Технология литья по выплавляемым моделям

В основе литейного процесса по выплавляемым моделям лежит использование легкоплавких материалов: модель отливки и ее литниковая система делается из воска, парафина или стеарина. Любой из этих легкоплавких материалов в горячем режиме заливают в пресс-форму, а после затвердения получают восковую модель и покрывают ее специальным составом. После просушивания на модели образуется огнеупорная оболочка — керамическая форма, из которой выплавляют модельный состав и получают тонкостенную литейную форму, которую после прокалики заливают расплавленным металлом.

Для получения нескольких одинаковых моделей из воска применяют эластичную форму, используя для ее изготовления столярный клей или технический желатин. Второй материал более предпочтителен как в качественном отношении, так и по срокам приготовления. Если желатин набухает за полчаса (150 г желатина на 15 мг воды при регулярном перемешивании), столярный клей замачивают водой на сутки. Желатин после некоторой добавки воды разбухает, но при нагревании обретает прежний объем. Желатиновую массу варят до состояния однородной, напоминающей по виду густую сметану, добавляют 708 мл горячей воды с пластификатором (3-4 г глицерина) и тщательно перемешивают. Чтобы полученную массу уберечь при хранении от плесени, в нее вливают полграмма антисептика — формалина или фенола. После массу остуживают до 50°C и заливают ею образец. Чтобы эластичная форма не деформировалась после застывания, ее с тыльной стороны дополнительно укрепляют гипсом. При формовке гипсовой модели в форме из клея, ее обезжиривают, протерев тальком, и дважды задубливают 20% раствором алюминиевых квасцов.

С целью тиражирования восковых моделей для отливки одинаковых деталей, например литых украшений для ограды усадьбы, изготавливают **резиновую пресс-форму**.

Пресс-формы подразделяют на **разъемные** и **разрезные**. Разъемные снабжают подшипниковыми шариками, которые

служат замками-фиксаторами частей формы, и укладывают их на нижней части резиновой формы так, чтобы они не препятствовали извлечению восковой модели.

В разрезной пресс-форме необходимость в подшипниковых шариках отсутствует. Из сырой резины вырезают листы по размеру металлических зажимных пластин, промывают бензином и складывают в стопы, которые накладывают в зависимости от размера модели. Сама пресс-форма состоит из двух половин, между которыми укладывается металлическая модель, резина вокруг которой натирается тальком. После этого пакет располагается на талькированной зажимной плите, накрывается второй плитой и зажимается в струбцине вулканизатора

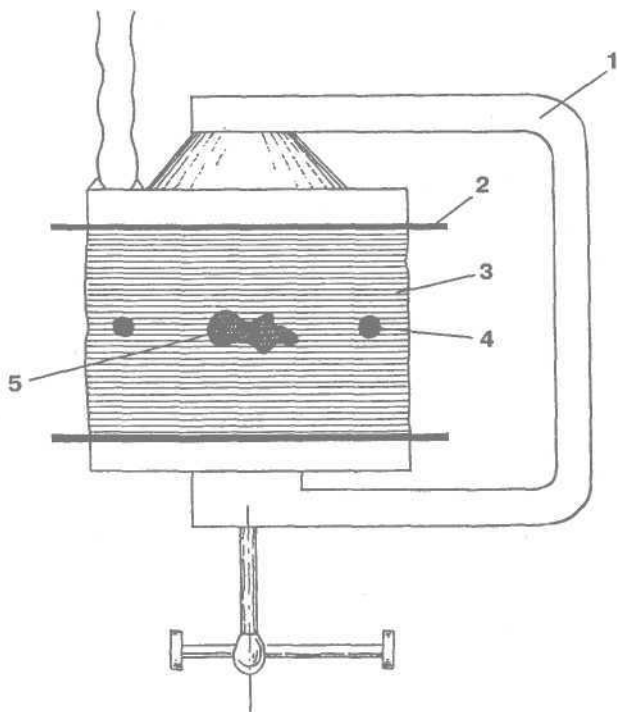


Рис. 5. Изготовление резиновой пресс-формы: 1 — вулканизатор; 2 — стальные пластины; 3 — сырая резина; 4 — замок (стальные шарики); 5 — образец

на 40-50 минут при температуре 140-150°C. После вулканизации освобожденный пакет вместе с пластинами охлаждается под водой. Если на образце литник отсутствовал, то его вырезают прямо в пресс-форме.

Резиновая пресс-форма очень удобна при изготовлении большого количества одинаковых деталей — звеньев цепи, браслета, элементов разъемного орнамента и других декоративных изделий, поскольку для их отливки требуется много восковых моделей.

Различают **легкоплавкие** и **тугоплавкие** составы для создания моделей. Первые более податливы, их изготавливают на парафиновой и стеариновой основе (см. табл. 1).

Таблица 1. Составы для создания моделей

№ рецепта	Компоненты, минимальный %			
	парафин	стеарин	воск	переплав
1	50	50	-	-
2	25	25	50	-
3	12	8	-	80
4	17	17	-	66

В пресс-форму модельный состав запрессовывается под давлением пресс-шприца, который литейщик легко изготовит сам. Для этого необходимы отрезок трубы, 2 штуцера, поршень, алюминиевая трубка.

Способ изготовления таков. С одной стороны трубу заваривают или запаивают. Из алюминия вырезают поршень по отверстию трубы, который необходимо снабдить ручкой (стержень при этом равен длине трубы). В заделанной части трубы сверлят отверстие, в которое впаивают штуцер под резиновый шланг, другой конец которого снабжают штуцером-наконечником, соответствующим диаметру литника пресс-формы.

Заполненный модельным составом, пресс-шприц окунают в кипящую воду до готовности расплава, который тщательно перемешивают и охлаждают до пастообразного состояния при температуре 55-60 С и запрессовывают в талькированную пресс-форму.

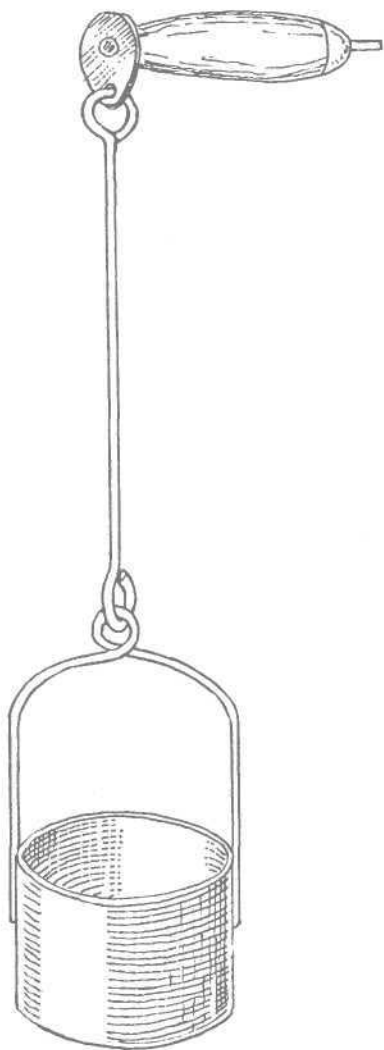


Рис. 6 Ручная центрифуга

Так же, под давлением, в пресс-форму подается и расплавленный металл.

Также литейщик может самостоятельно смастерить еще одно необходимое для работы приспособление — ручную центрифугу.

В деревянную ручку нужно пропустить стальной стержень диаметром 7 мм, к нему неподвижно прикрепить серьгу (при этом ручка должна свободно вращаться на стержне). Подставкой для опоки будет служить стальной цилиндр, дно которого составляет не более 100 мм в диаметре. К подставке приваривают скобу с кольцом посередине, которое соединяется с серьгой коромыслом (40 см) из прочной проволоки с надежными кольцами на концах. Опока должна свободно уместиться в подставке и по форме дублировать ее — тот же цилиндр, но без дна.

Формовка модели производится таким образом. Расплавленным воском к модели крепят стальные иглы — литниковые штифты, которые должны пересекаться в одной точке, где они также

скрепляются воском. Исходя из размеров модели, опоку выбирают такой высоты, чтобы между ее дном и моделью был зазор

Таблица 2. Составы формовочной массы

№ рецепта	Частей по массе
1	Гипс — 2; пемза или тальк — 1
2	Гипс — 3; кварц — 7; вода — 450 г/кг смеси; глюкоза — 0,1

не менее сантиметра, а сверху в формовочной массе можно было бы вырезать литниковую чашу для плавки металла.

Состав формовочной массы предлагаемых рецептов (см. табл. 2).

Готовой формовочной массой заполняют опоку на огнеупорном листе (асбесте). Взяв модель за штифт, ее погружают в незастывшую формовочную массу, слегка покачивая из стороны в сторону, чтобы не попадал воздух. После затвердения массы (при наличии замедлителя — не раньше, чем через час) в верхней части опоки вырезают литниковую чашу и вытаскивают штифты. Литниковые каналы должны находиться в центре чаши.

Операция **выплавления (удаления) восковой модели** такова: опоку ставят в зажженную духовку газовой плиты и постепенно, чтобы не повредить форму, около двух часов повышают температуру до 350°C; затем опоку вынимают и кладут поочередно одним или другим боком на горелку, предварительно подложив асбестовую плитку, и окончательно выплавляют воск.

Получение отливки

Как только бока опоки раскалятся докрасна, ее помещают в ручную центрифугу, а литниковую чашу загружают металлом с добавкой соответствующего флюса и плавят на пламени горелки. После полной расплавки начинают вращать центрифугу, в результате чего жидкий металл устремляется в полость формы, заполняя ее и кристаллизуясь приблизительно за 20 оборотов центрифуги. Процесс завершается охлаждением в воде и выемкой готовой отливки, то есть изделия художественного литья.

Наиболее совершенным методом литья по выплавляемым моделям считается процесс, в результате которого сохраняется оригинал и получают пустотелые изделия, оригинал служит моделью. Технологически этот способ состоит из двух частей: вначале изготавливают по оригиналу пустотелую модель, а затем по этой модели литейную форму.

Процесс получения отливок по выжигаемым моделям

Чтобы проследить технологию такого способа, рассмотрим конкретный пример — изготовление сложной фигурной вазы или кубка.

При отливке кубка верхнюю часть модели несложной геометрической формы изготавливают из любого материала, нижнюю, более сложную, вырезают из пенопласта. После этого, уложив верхнюю часть модели на подмодельную плиту, начинают формовку в опоке. Когда формовочная земля сравнивается с уровнем модели, к ней приставляют вторую (пенопластовую) часть и заформовывают до конца. Далее опоку переворачивают, на нее устанавливают вторую опоку и проводят окончательную формовку, сделав при этом литниковую систему. После опоки разжимают и удаляют верхнюю часть модели, а нижнюю (пенопластовую) оставляют заформованной в землю.

При использовании таких комбинированных способов получают цельные, довольно качественные сложные по форме отливки. Однако в момент формовки элемента модели могут сместиться относительно друг друга. Чтобы этого не произошло, в сочленения гипсовой формы и пенопластовых элементов вставляют швейные иглы или булавки, на которые накалывают элементы. Чтобы предотвратить осевые вращения, можно использовать несколько иголок.

Для изготовления пустотелой модели опоку устанавливают на подмодельную плиту и заформовывают в нее землей до половины оригинал изделия — выполняют так называемую фальшивую опоку,

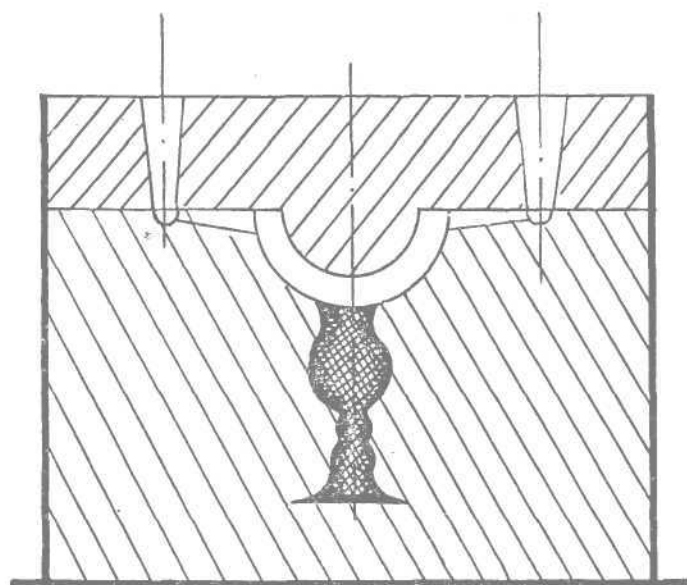
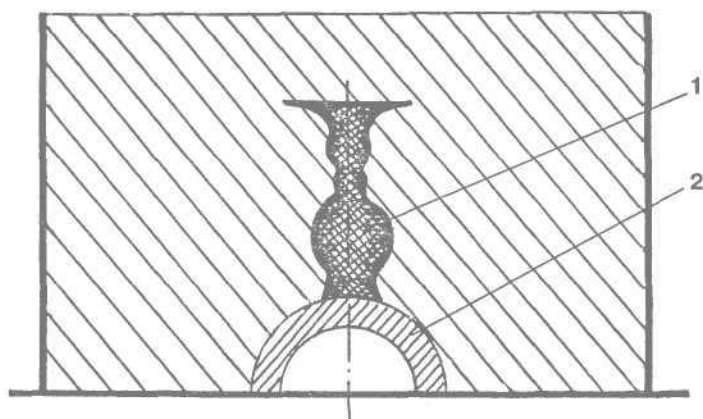


Рис. 7. Формовка комбинированной модели: 1 — пенопластовая часть модели; 2 — гипсовая часть модели

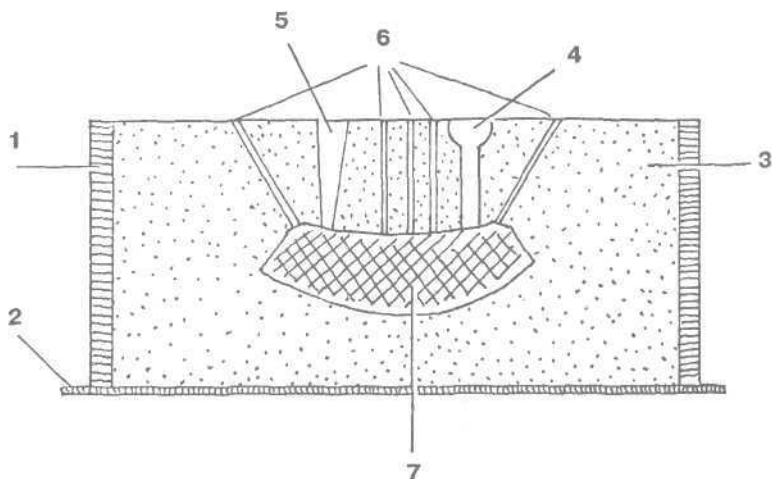


Рис. 8. Изготовление модели: 1 — опока; 2 — подмодельная доска; 3 — формовочная смесь; 4 — литник; 5 — выпор; 6 — дополнительные отверстия; 7 — модель

Поверхность оригинала, имеющего небольшие размеры, смазывают мыльной пеной и обкладывают слоем пластилина толщиной до 1 см. Более крупные изделия обкладывают слоем глины. Для того чтобы глина не прилипала к оригиналу, в качестве разделительного слоя используют бумагу. На фальшивую опоку с оригиналом сверху устанавливают вторую опоку и заливают гипсом. В гипсе делают литниковые каналы, которые доходят до пластилинового или глиняного слоев. После затвердения гипса опоки переворачивают. Фальшивую опоку, оказавшуюся сверху, удаляют вместе с землей и устанавливают новую.

На вторую половину оригинала, ранее находившегося в фальшивой опоке, также укладывают слой пластилина или глины. Смазав нижнюю опоку, залитую гипсом, мыльной пеной, заливают гипсом верхнюю, оставив литниковые отверстия. Когда гипс затвердеет, верхнюю опоку снимают и удаляют слой пластилина или глины, следя за тем, чтобы ничего не осталось на оригинале. Затем опоку устанавливают на место.

После удаления прокладочного слоя между гипсом, залитым в опоку, и оригиналом образовалось свободное пространство, соответствующее толщине прокладочного слоя. В образовавшуюся полость через литниковые каналы, оставленные в гипсовом слое, заливают раствор на основе столярного клея или технического желатина.

Опоки переворачивают после остывания клеевого раствора, со второй опоки удаляют разделительный слой и заливают клеевым раствором. Затем опоки разнимают, и из полученной формы удаляют оригинал изделия. Благодаря эластичности клеевого раствора можно формировать изделие со сложной формой поверхности (узоры, орнаменты, шрифты и т.д.), а также имеющего пазухи, что сложно выполнить при обычном способе формовки. К тому же клеевая масса является защитой оригинала. Внутреннюю поверхность клеевой рубашки покрывают лаком, а после высыхания наносят кистью слой воска.

Форму собирают и через предварительно оставленное отверстие в ее полость заливают расплавленную канифоль, которую сразу же выливают из формы, пока она не остыла, но при этом часть ее остается на стенках. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не будет достигнута требуемая толщина изделия. Нельзя перегревать расплав канифоли, так как могут расплавиться мелкие элементы клеевой формы.

После затвердения слоя канифоли опоки осторожно разнимают и извлекают полученную модель, представляющую собой пустотелую тонкостенную копию оригинала, которая будет служить выплавляемой моделью.

Формовку пустотелых изделий начинают с изготовления стержня. Стержнем называют часть формовочной смеси, которой заполняют полость формы. Основой стержня может служить металлический каркас, изготовленный из проволоки, диаметр которой зависит от размеров модели. Основой каркаса является более толстый стержень, конец которого выходит из модели. После изготовления каркаса его вводят в полость модели и заполняют формовочной массой. В качестве стержневой, а также формовочной массы для небольших изделий, отливаемых из металлов с невысокой температурой плавления,

можно использовать массу на основе гипса и талька или гипса и кварца. В случае применения масс на основе гипса следует помнить, что в этих массах практически отсутствует газопроницаемость, поэтому в процессе формовки нужно сделать дополнительные отверстия для выхода газов, образующихся в момент выплавки модели.

Если выполняется отливка из бронзы, латуни или других металлов с высокой температурой плавления, в качестве стержневой массы используют кварц, кварцевый песок с добавлением конторского силикатного клея. Песок прокаливают при температуре 750-900 °C в чугунной емкости, например в сковороде, чтобы в него не попали окислы железа. Жидкого стекла в смеси должно содержаться в пределах 30%, остальное составляет песок.

При отливке больших изделий в формовочную смесь добавляют 1-2% технической буры или борной кислоты, которые, имея собственную температуру плавления 741 °C и 575 °C соответственно, в момент прокаливания формы плавятся и, обволакивая зерна наполнителя, скрепляют формовочную массу.

Выплавленную модель со стержнем формуют в опоку обычным способом. Модель из канифоли выплавляют в сушильном шкафу, постепенно повышая температуру. Опоку располагают литниковой системой вниз. Через нее будет выходить расплавленная канифоль, поэтому под выходом литниковой системы необходимо поставить емкость. В этом случае стенки формы укрепятся расплавленными частицами канифоли. Когда канифоль полностью стечет, форму прокаливают в муфельной печи. Если ее нет, то это можно сделать в духовке газовой плиты при температуре 350 °C, поскольку канифоль начинает обугливаться при температуре 310 °C. Образующаяся копоть от сгоревшей канифоли покрывает стенки формы, что улучшает качество отливки.

Целесообразно использовать опоку с дном, модель заформовать обычной формовочной смесью, а верхний слой, не соприкасающийся с моделью, сделать из смеси кварцевого песка или шамотной крошки с жидким стеклом. В момент выплавки модели он будет удерживать всю форму в опоке. Металл,

подающийся в форму через литниковую систему, заполнит ее за счет давления собственной массы.

Если пустотелая модель имеет одно отверстие, через которое выходит арматура стержня, после выплавки ее стержень теряет опору и оседает внутри формы.

Чтобы зафиксировать его в нужном положении при изготовлении отливок больших размеров или при отливке изделий, имеющих не просматриваемые места (например, вазы), основной стержень с закрепленной на нем арматурой пропускают через модель насквозь и опирают двумя концами на края опоки, придавая ему строго фиксированное положение.

Оставшиеся после отливки изделия и удаления арматуры отверстия заделывают или в том месте модели, которое находится снизу и как бы опирается на формовочную смесь, сверлят одно или несколько отверстий. Затем изготавливают пробки из металла, из которого будет отливаться изделие. Размер должен соответствовать диаметру отверстий в толще модели. Пробки вставляют в отверстие модели и формируют ее.

Имея такую же толщину, как и модель, металлическая пробка после выплавки модели остается в форме и фиксирует расстояние между стержнем и ее краем. После заливки пробки сплавляются с основным металлом, и от них не остается никаких следов.

Площадь поперечного сечения пробок должна быть такой, чтобы они выдержали массу стержня и не вдавились в формовочную смесь. Следует учесть, что при выплавке модели форму переворачивают, поэтому пробки необходимо ставить и в верхней ее части. В качестве фиксаторов можно также использовать стальные стержни, которые пропускают через всю форму (модель и формовочную смесь). После отливки стержни извлекают, а в образовавшихся отверстиях нарезают резьбу и вкручивают резьбовые пробки. Иногда отверстия раззенковывают и заглушают с помощью заклепок из того же металла — металлических шпилек. Затем эти места тщательно зачищают или зачеканивают.

Оригиналы художественных изделий с относительно плоской поверхностью (медальоны, барельефы) выполняют обычно из мягких материалов — пластилина, глины, воска. Для формов-

ки с них снимают гипсовые модели, при этом обратная сторона модели получается плоской и не повторяет изнутри форму лицевой поверхности. Выполненная по такой модели отливка имеет значительную массу, что нецелесообразно, так как расходуется большое количество металла. Чтобы этого избежать, применяют способ формовки по гипсовой модели с рамкой. В этом случае получают отливку, у которой внутренний рельеф повторяет форму лицевой поверхности, а толщина стенки соответствует толщине рамки и одинаковая по всей поверхности изделия. Формовку с рамкой применяют при изготовлении литейных форм по гипсовым моделям небольшой высоты и с пологими стенками.

Если гипсовая модель имеет высокие вертикальные стенки с малым уклоном, то данный способ применять нежелательно, потому что при формовке вертикальные стенки получают значительно тоньше верхней, и металл при заливке может заполнить не всю форму, а только верхнюю ее часть.

При формовке с рамкой модель необходимо зафиксировать на подмодельной плите, в качестве которой можно использовать кусок древесностружечной плиты с несколькими просверленными отверстиями. Через них модель крепят шурупами, а в плите также делают отверстия для фиксирующих штырей нижней опоки.

Укрепив модель на плите и установив на нее опоку с подложенной под края рамкой, начинают набивать ее формовочной смесью, тщательно ее утрамбовывая. Толщина рамки будет соответствовать толщине стенок будущей отливки. Заформованную опоку переворачивают вместе с подмодельной плитой и, слегка постукивая по поверхности плиты, аккуратно снимают ее с опоки вместе с рамкой.

После снятия рамки выше опоки образуется выступ из формовочной смеси, который необходимо срезать по всей поверхности опоки до уровня ее края. Таким способом получают отпечаток платформы меньшей высоты модели на толщину рамки, подкладываемой под опоку, и соответствующей толщине стенки будущей отливки. Затем на заформованную опоку устанавливают вторую, и по отпечатку в нижней части набивают верхнюю полуформу с литниковым каналом и выпором.

Верхнюю опоку формуют более тщательно и аккуратно, так как непрочную поверхность песчаной модели можно легко повредить при уплотнении смеси трамбовкой.

Удалив литник, верхнюю опоку снимают и при необходимости исправляют форму. Заформованную нижнюю опоку с рамкой, служившей моделью для верхней полуформы, выбивают и с помощью фиксирующих штырей устанавливают снова на подмодельную плиту в том же положении, в котором она находилась первоначально. Затем набивают ее формовочной смесью, но уже без рамки. После окончания формовки опоку переворачивают, снимают подмодельную плитку с моделью, а обе полуформы собирают. Таким способом получают полость, соответствующую толщине рамки.

Кроме основных способов литья в землю и по выплавляемым моделям, в старину мастера применяли литье в твердые

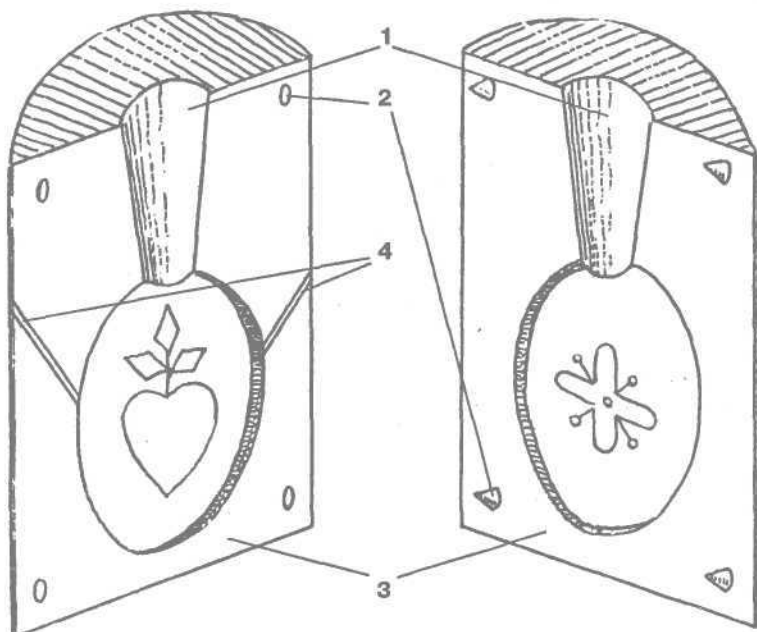


Рис. 9. Литейная форма из глины: 1 — литник; 2 — фиксаторы; 3 — форма; 4 — выпоры

разборные формы. Этим способом отливали ювелирные изделия, пуговицы, декоративные накладки для оружия. Материалом для форм служила глина и мягкие породы известняка. Изготовленные вручную формы из глины состояли из 2-х половин с углублениями для фиксации их относительно друг друга. Полость формы выполняли вручную или формовали по образцу из сырой глины, затем высушивали и обжигали.

Для изготовления таких форм можно использовать огнеупорную шамотную глину или тигельную массу. Шамотный наполнитель для этих масс при выполнении литейных форм должен быть тонкого помола. Нужно помнить, что шамотная глина при высыхании дает значительную усадку — от 7 до 14%. Обжигают глиняную форму в муфельной печи при температуре

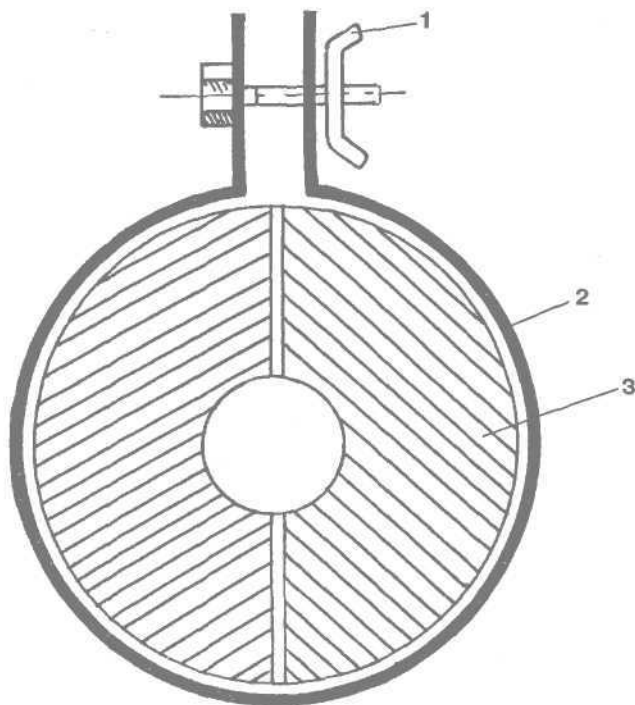


Рис. 10. Стяжка литейной формы из глины: 1 — стягивающий винт; 2 — хомут; 3 — форма

900 °С, а затем скрепляют две полуформы между собой хомутами, изготовленными из стальной полосы и соединенными с помощью винтов и гаек.

Принцип изготовления литейных форм из известняка такой же, как и из глины. Разница лишь в том, что полость формы набивается резцами. Используя для литейных форм одну из разновидностей известняка — шифер, имеющий плотную структуру и хорошо поддающийся обработке, старинные мастера с помощью гравировки выполняли сложные формы и получали высокохудожественные произведения. В качестве материала для таких форм можно использовать пластины из тигельного графита или графитовых электродов для электроплавильных печей, так как графит хорошо поддается обработке резанием. В заготовленных пластинах необходимого размера прилегающие поверхности зачищают мелкой наждачной бумагой, а затем притирают одну к другой. В двух точках пластин просверливают сквозные отверстия, через которые их стягивают болтами и гайками. Отверстия сверлят в тех местах, где они не будут мешать изготовлению формы и литников. После подготовительных операций приступают непосредственно к изготовлению (вырезка и гравировка) литейной формы и литниковой системы.

Перед заливкой металла графитовую форму изнутри необходимо покрыть тонким слоем каолина или мела, разведенных в воде и с добавлением столярного клея, чтобы предохранить ее от выгорания.

После извлечения отливки из формы она обычно имеет некрасивый вид — с пригаром частичек формовочной смеси, всевозможными цветами побежалости и т.д. В этом случае механические загрязнения удаляют с помощью стальной щетки, а затем изделие отбеливают в кислотах и щелочах.

Медь, бронзу, латунь и мельхиор обычно обрабатывают в два приема: сначала выполняют предварительное травление, а потом окончательное или глянцевого. Состав раствора для предварительного травления следующий: азотной и серной кислот — соответственно по 250 мл, натрия хлористого — 0,5 г. Время обработки — 4-5 сек, температура раствора — 20-25 °С. Для окончательного травления используют такой раствор:

азотной и серной кислот — по 250 мл, соляной кислоты — 5 мл, голландской сажы — 1-1,5 г. В этот раствор изделия погружают на 6-8 секунд, затем быстро промывают в воде.

Свинец травят 5-10% азотной кислотой, цинк и кадмий — 5-20% соляной кислотой, а алюминий — 10-20% раствором едкого натра.

В приведенных составах растворов применяются концентрированные кислоты. Следует помнить, что работа с ними требует особой осторожности, готовить их необходимо под вытяжкой или на улице.

В заключение раздела о художественном литье в условиях индивидуальной мастерской будет полезно познакомить нашего читателя с конкретным человеком, настоящим мастером своего дела, литейщиком-художником Сергеем Поповым и его технологиями, практическими советами.

Уроженец города Борисоглебска Воронежской области, после окончания школы отправился в Подмоскovie, где учился в Абрамцевском художественно-промышленном училище имени Васнецова и там же преподавал по специальности «Художественная обработка камня».

Занимался ковкой, тянуло к литейным произведениям.

И вот уже 15 лет главное его занятие — художественное литье, в котором он достиг немалых высот мастерства, создал более 300 работ. Некоторые из них мы представляем читателю.



Рис. 11. Лев и мышь

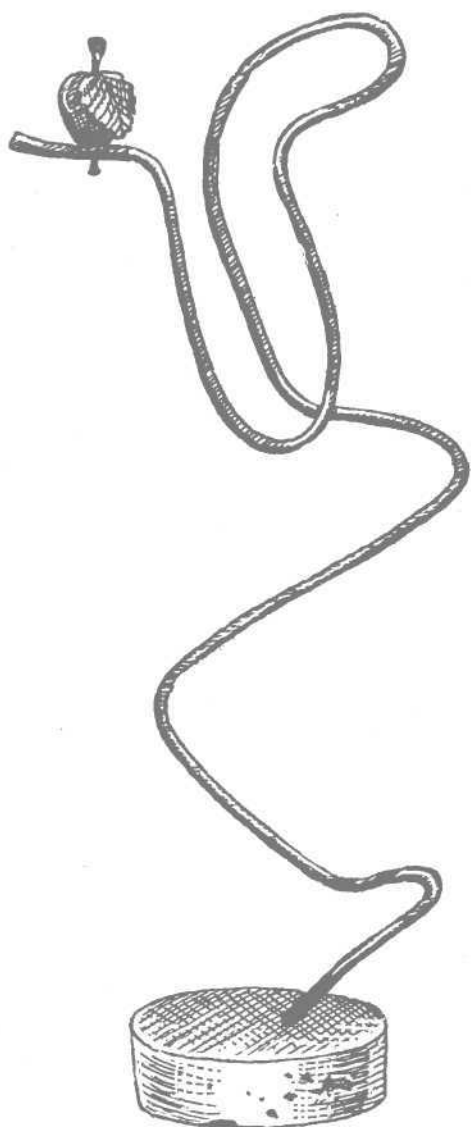


Рис. 12. Ева, держащая яблоко



Рис. 13. Лягушки в бокале

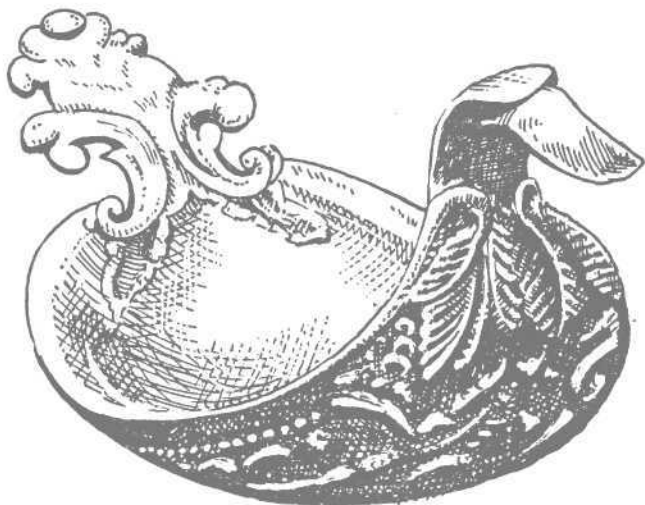


Рис. 14. Ковш



Рис. 15. Кубок



Рис. 16. Потир



Рис. 17. Подсвечник

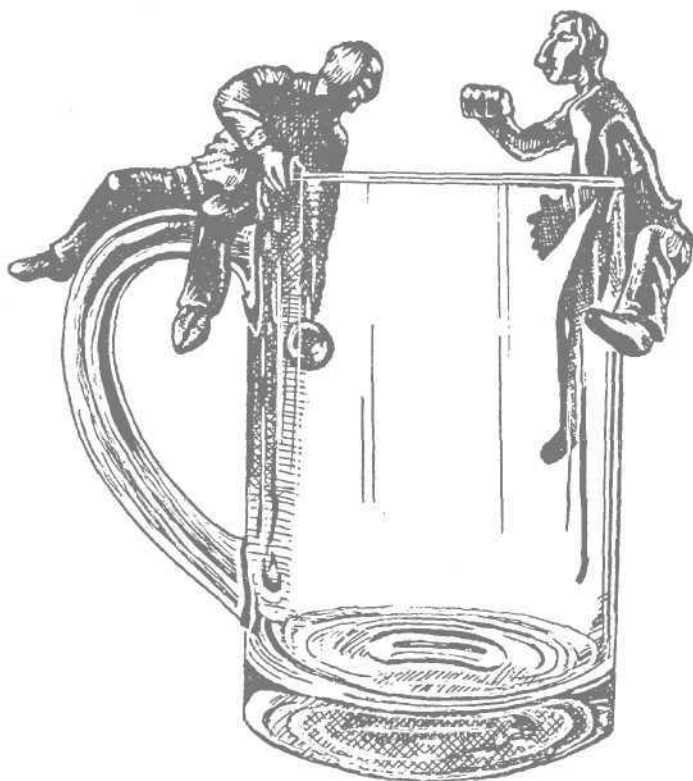


Рис. 18. Любители пива

Технология С. Попова

Участок для литья по выплавленным моделям должен быть оборудован следующим оборудованием:

Ванна вытопки.

Гидролизатор.

Ящики с песком.

Стол для формовки моделей из парафина.

Стол-верстак с тисками.

Сверлильный станок.

Заточный станок 2-х сторонний.

Станок шлифовально-полировальный.



Рис. 19. Ваза

Бормашина.

Стол для ручной обработки моделей.

Паяльник.

Пескоструйный аппарат.

Формовка восковых изделий

Состав модельной смеси. Смесь воска и парафина, нагретая до 60 °С, взбивается дрелью для насыщения воздухом, затем при помощи специального шприца закачивается в гипсовые разъемные формы. После остывания форма разнимается и из нее извлекается модель. Затем модель обрабатывается. Снимается облой, напаивается паяльником питатель и обмывается модель.

Обмазка

Для обмазки применяется суспензия, изготавливаемая из этилсиликата, воды и маршалита путем длительного перемешивания составляющих.

В приготовленную суспензию обмакивается модель, которая затем обсыпается шамотным песком.

После просушки наносятся 5-6 слоев обмазки с интервалом в 2-3 часа.

Для первой-второй обмазки используется более мелкий песок — 0,5 мм зерно, для последующих обмазок — 1-1,5 мм.

После обмазки 5-6 слоями и достаточной просушки модель выплавляется в ванне вытопки при температуре 130 °С.

Заливка

Вытопленные корки прокаливаются до температуры 400-500 °С и в горячие корки заливается металл (латунь, бронза). После кристаллизации бронзы корка аккуратно отбивается.

Питатели отпиливаются. Отлитое изделие очищается от прикипевшей корки струей песка.

Слесарная обработка

Ведется с использованием абразивов различной зернистости. После снятия поверхностного слоя и остатков литников можно приступить к шлифовке, которая производится с помощью резиновых кругов (парапитовых).

Для полировки используются войлочные и тряпочные круги и паста ГОИ.

При слесарной обработке изделий со сложным рельефом, при котором радиус камня не позволяет добраться до многих участков изделия, используется обычная зуботехническая бор-машина и металлические и твердоплавкие боры, а также мелкие абразивы.

Литье в корку имеет ограниченные возможности в размерах, зависит от массы, толщины модели. Поэтому крупные или объемные работы приходится разбивать на мелкие фрагменты, например, подсвечник может состоять из 15-17 деталей (подставка, дужки и т.д.). Все это монтируется на основании при помощи центрального стержня.

В других работах могут быть использованы заклепки, скрутки, различные крепления. В некоторых случаях используется газовая или аргонная сварка.

Практические советы

Литье в корку имеет некоторые особенности, например, ограничено размерами, которые, в свою очередь, определяют возможность модели.

Перед разливом бронзу необходимо раскислить, добавив фосфоросодержащий сплав. Латунь лется без добавок.

Модельная масса должна быть насыщена воздухом, т.е. содержать воздушные пузырьки, иначе парафиновая модель при выпотке разорвет корку вследствие расширения.

Тиснение

Как и чеканка, одним из древнейших видов художественной обработки металла является **тиснение** (тюркск. — **басма**). Суть его состоит в следующем: на какой-либо рельеф накладывается тонкий лист цветного или драгоценного металла, поверх него — свинцовая пластина, далее следует выколотка. Заполняя под ударами молотка углубления рельефа, свинец растягивает, прижимает к рельефу мягкую фольгу, которая в точности его копирует.

Сказанное, однако, касается работы с готовым рельефом. Если же мастер решил создать оригинальное произведение, то ему придется изготавливать **матрицу**. Для этого из гипса или дерева делается модель по рисунку. На отлитой из гипса или вырезанной из дерева по заданному размеру плите или дощечке вырезается желаемый рисунок (орнамент). По модели матрицу отливают из бронзы или цинка, на нее накладывается цветная фольга из меди, латуни или алюминия и производится выколотка. Изделия методом тиснения практически не отличаются от *литых*. А поскольку на них идет гораздо меньше металла, выгода этого метода очевидна. Тиснением, как и литьем, можно получать большое количество одинаковых изделий. Тиснение близко и чеканке. Нередко мастера сочетают эти два вида художественной обработки металла: тиснение выступает как фон для чеканного рельефа.

Технология тиснения

Полосы фольги из цветного металла толщиной 0,2-0,3 мм скатывают в рулоны, накаливают докрасна и окунают в холодную воду — после этой операции металл становится более пластичным, очищенным, словом, готовым к обработке (это касается меди и ее сплавов), а алюминий разогревают до почернения нанесенной на него мыльной полоски. Из гипса или строительного алебаstra приготавливают раствор на воде в соотношении в частях: 9:7, предварительно смазав рельеф вазелином, чтобы гипс не прилипал к нему. Гипсовую модель после снятия с рельефа для сохранности и предохранения ее от влаги покрывают лаком. Матрицу отливают открытым способом в опоке с формовочной смесью, в которую вдавливают талькированную модель. Состав смеси таков: 9 частей речного песка, 1 часть сухого глиняного порошка и полчасти воды. Смесь должна быть утрамбована на одном уровне с верхом модели и бортами опоки. После извлечения модели из опоки в формовочной смеси должен остаться четкий обратный рельеф — **контррельеф**, в который и заливают расплавленный металл для получения матрицы; матрицу доводят до рабочей кондиции штихелем или чеканом, поскольку в ней могут быть нежелательные впадинки или выступы. Далее из свинца следует изготовить контррельефный пуансон, который в точности повторяет матрицу. Уложив фольгу на матрицу, а сверху контррельефный пуансон, равномерными ударами киянки получают задуманный оттиск.

Давильные работы

В прежние времена мастера кузнечных или слесарных дел не занимались этим способом обработки металлов, так как существовало много специальных мастерских по давальным работам. В настоящее время такими работами занимаются лишь на сравнительно крупных промышленных предприятиях, которые не могут изготавливать оригинальные изделия, необходимые для кузнеца-художника. В этом случае индивидуальному мастеру не остается ничего иного, как освоить и этот способ обработки металла.

Для выдавливания металла необходимо изготовить оправку нужной формы. При малом объеме давяльных работ оправку можно сделать деревянной, но если заказ включает большое число изделий, то оправку целесообразно сделать из металла. При выдавливании возникают большое давление, и деревянная оправка может исказиться. Давильные работы выполняют на токарном станке, специально приспособленном для этой цели. Оправку укрепляют на шпинделе, а для выдавливания устанавливают упор, высота которого приблизительно соответствует высоте оси вращения шпинделем.

В упоре должно быть несколько отверстий для опорного штифта, который в процессе выдавливания переставляют по мере необходимости.

Инструмент (**давлильники**) для давяльных работ изготавливают из стали, латуни, бронзы или дерева. Насадка должна быть длиной не менее 40 см, чтобы при работе можно было получать достаточное давление. Концевой давлильника имеет шарообразную форму, а для чистовой гладильной работы — более скругленную поверхность. Заготовка для выдавливания должна иметь форму круга с диаметром, соответствующим диаметру изделия. Без труда выдавливаются заготовки из алюминия, остальные металлы требуют подготовки. Сталь, если идет речь о листе для глубокой вытяжки, можно обрабатывать без подготовки, в других случаях необходим отжиг.

При выдавливании заготовок из меди, томпана или латуни отжиг необходимо повторять в процессе выдавливания несколько раз, так как эти металлы твердеют под действием теплоты, выделяемой в процессе деформации. Подготовленную заготовку укрепляют на оправке прижимом (прижимы нескольких диаметров изготавливают из дерева). Наибольшее усилие прижима необходимо при первых операциях, наименьшее — на заключительной стадии процесса. Прижим слегка прижимают острием конуса задней бабки к заготовке и оправке и пускают станок.

Деревянным инструментом заготовку центрируют, и только тогда затягивают прижим. Для собственно выдавливания на станке необходимо иметь опору, с помощью которой достигаются большие давления. Обычно для этой цели используют

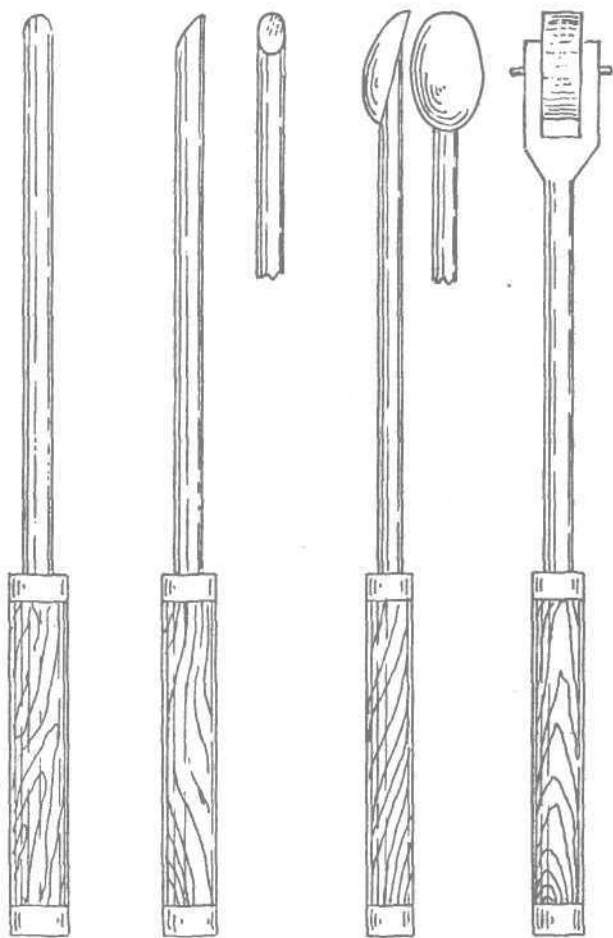


Рис. 20. Инструмент для давяльных работ (давальники)

толстый хомут, который укрепляют на суппорте станка. Заготовку и инструмент протирают салом и начинают процесс выдавливания.

Давильник следует держать так, чтобы его насадка была направлена к подмышке. Давильник должен опираться на упор, штифт которого необходимо установить так, чтобы получить

наиболее сильный двуплечий рычаг. Выдавливание осуществляют от центра обрабатываемой заготовки, прижимая ее к поверхности оправки. Если на заготовке начинают образовываться складки, то ее необходимо с обратной стороны подпереть плоским и слегка скругленным инструментом. Если заготовку не удастся выправить, то это значит, что материал потерял пластичность. В этом случае необходимо прервать выдавливание, заготовку снять со станка, отжечь и только после этого продолжить выдавливание. Когда заготовка полностью уложена на поверхность оправки, ее края следует выровнять подрезным резцом, а поверхность обработать гладильным давилником. Если необходимо, то изделие прямо на станке можно не только шлифовать, но и полировать.

Комбинированная обработка металла

Индивидуальный мастер художественной обработки металла на определенном этапе развития не ограничивается созданием изделий в каком-то одном виде работы с металлом. Творческая фантазия подталкивает художника на создание произведений из металла, позволяя использовать при этом сразу две или несколько техник металлической обработки. Здесь многое зависит от его художественного вкуса: насколько гармоничной будет сочетаемость элементов, деталей, фрагментов и самих металлов, из которых они изготовлены ковкой или литьем, чеканкой или просечкой; насколько удастся ему цветовая гамма комбинированного изделия — кованой ограды с элементами литья, кованной решетки с чеканными вставками или чеканки с просечным ажурным орнаментом.

Изделия из цветных или драгоценных металлов получают в комбинации чеканной техники и тиснения (басмы). Сам процесс тиснения предполагает использование чеканных инструментов при обработке матрицы из бронзы или цинка и при доведении изделий до готовности рельефа, а также при декоративной обработке тисненного орнамента.

А в ювелирных изделиях используются элементы художественного литья.

Просечная техника применяется не только как самостоятельный вид узорной обработки листового металла, но и в комбинации с другими видами художественной обработки металла.

Накладные элементы просечного декора используются для украшения изделий, полученных методом **ковки** или **литья**, а также **чеканных** произведений.

Просечной орнамент красиво дополняет чеканку, ковку или литье.

При изготовлении предметов в просечной технике могут применяться чеканные инструменты и приемы чеканки, и наоборот. Для придания просечному рисунку завершенности его контур проходят пурошником с тыльной стороны. Или может быть так, что в чеканно-просечном изделии основной орнамент является чеканным рельефом, а фоном — **просечной ажур**.

Это же касается столь популярного вида художественной обработки металла — **чеканки**. Хотя, естественно, что главная цель чеканщика — создание самостоятельных, то есть собственно чисто чеканных произведений.

Вы, наверное, не раз замечали, как украшают чеканные вставки из цветных металлов художественную кованую решетку или витые лестничные перила. Как украшают кованые перила из вороненной стали чеканные накладки из золотистой латуни! Или фигурное литье из алюминия — железную ограду! Такие аппликации можно выполнить техникой, близкой басме: на контур из прутка черного металла; пустота заполняется цветной вставкой, которая крепится струбцинами к гнutomу канту определенной формы, и киянкой осаживают цветную пластину; после осадки струбцины снимают, чеканку обрезают по прутковой рамке, обвальцовывают по краям и впаивают в нее. Более простой способ — крепление чеканкой накладки непосредственно на прутья решетки. Если за решеткой нужно что-то скрыть (хотя бы частично), чеканка уже не только украшение, но функциональный защитный элемент. Украшенные таким образом просечные фронтоны, ставни окон, коньки на крышах, наверхия дымовых или воронки водосточных труб не только исполняют свои основные функции, но и одновременно радуют глаз своими эстетическими формами.

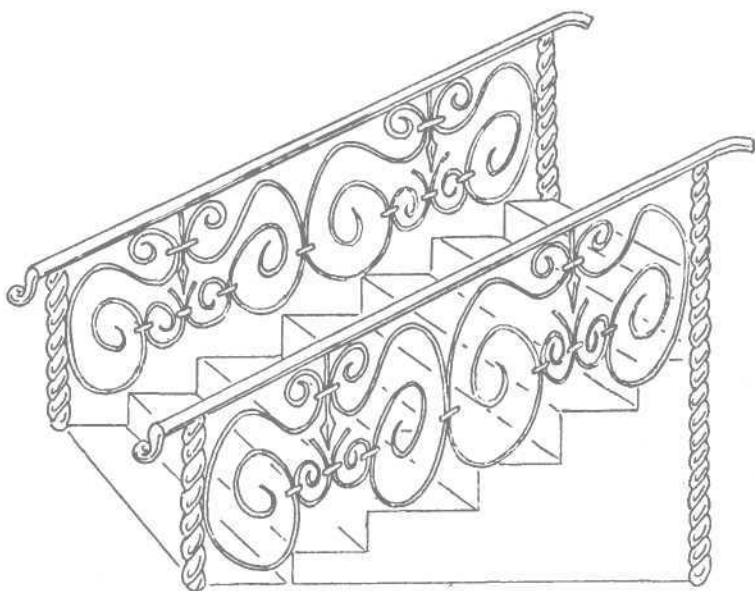


Рис. 21 . Кованая лестница с перилами (гнутое, литые элементы)

Сочетаемость различных деталей из черных и цветных металлов и сплавов еще более гармонична и красива в витражах на солнце и в светильниках при включенных лампочках.

Представьте: черный кованый металл, фигурное гнутое, тонированное в синий цвет, чеканные вставки из красной меди, алюминиевый литой центральный декор и цветные стекла! Богатейшая цветовая гамма бликов и переливов на ярком свете. Или — кованная медь, тонированная в шоколадный цвет, и сетчатая золотистая латунь — в одном изделии, в трехплафонной люстре.

Конечно, это очень трудоемкая работа, изделие сложное, включает элементы разных видов художественной обработки металла —ковки, гнутья, витой сетчатой пайки, литья.

Технология сетчатой пайки. Заготовки: гипсовый шаблон по форме плафона, проволока для каркасов секций стакана

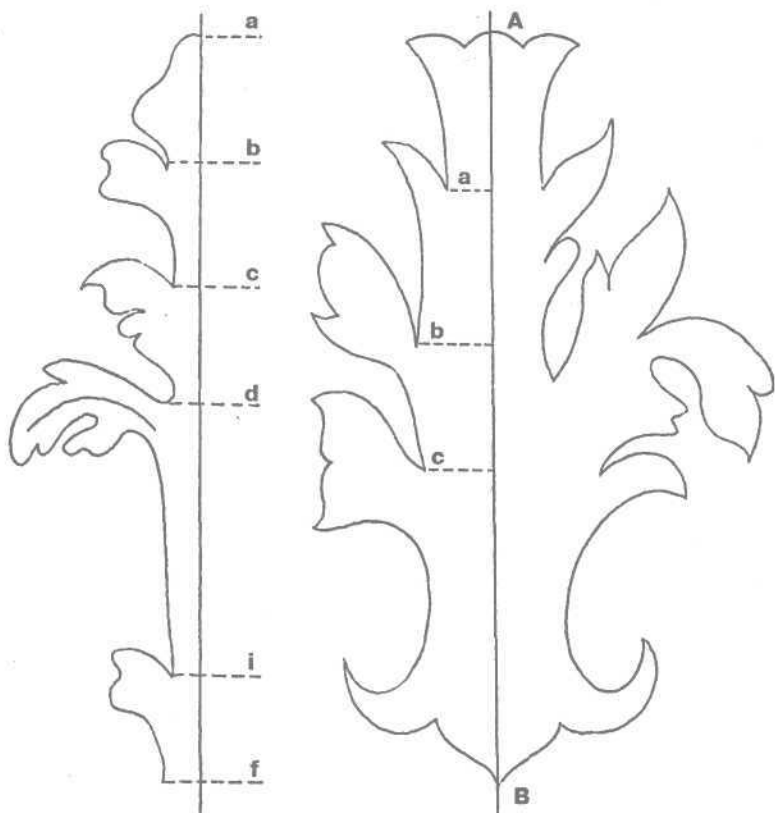


Рис. 22. Элементы стакана — наборные сетчатые лепестки плафона

3-4 мм в диаметре, завитки из тонкой латунной проволоки, которые должны плотно прилегать по всем радиусам изгибов шаблона и соприкасаться как минимум в трех точках друг с другом. Посаженные на нитроклей и обвязанные проволокой, завитки паяются оловянно-цинковыми припоями, после припаявается каркас секции. Затем готовые (пропаянные) секции собираются в плафон.

Создание лестничных или балконных перил требует большого количества одинаковых деталей. Рационально их отливать



Рис. 23. Голова павлина (чеканка, ковка, литье)

и сочетать коваными узлами. Обычно отдается предпочтение чугунному литью. Однако можно использовать и алюминиевый сплав, которому при необходимости придается черный цвет. Литой элемент крепится на прутьях заклепкой по центру. Заклепка фигурная является самостоятельным декором. При закреплении литейной накладки на кованую сталь методом сварки в литейную форму вставляют стальную шпильку, которая срастается с заливкой, а в решетке в месте крепления отливки сверлят для шпильки сквозное отверстие. Стыла это отверстие глубоко зенкуют, вставляют шпильку и в месте зенковки заваривают и шлифуют вровень с решеткой. Литые накладки из мягких сплавов очень просто крепятся саморезами: также в пруте просверливается сквозное отверстие, а в отливке — глухое, в которое и ввинчивают саморез с тыльной стороны.

Любые соединения в комбинированных композициях должны отвечать двум требованиям: быть надежными и красивыми, не нарушающими целостность произведения в различных техниках.

Оконные, дверные, каминные решетки могут быть как цельными, так и двустворчатыми и многостворчатыми; квадрат-

ными, прямоугольными, со скругленными углами; по технике исполнения — гнутыми, кованными, литыми, а также комбинированными — ковка и гнутье; ковка и чеканка; ковка и литье; чеканка, ковка и литье и т.д.

Настоящими шедеврами сложной художественной обработки металла являются также подсвечники (в объединенной технике — литье, ковка, чеканка), рамы для зеркал, кованая мебель с накладным литьем или чеканными украшениями, металлический декор в архитектуре.



Рис. 24. Люстра в технике сетчатой пайки, гнутье

ДЕКОРИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

Изделия из металла — цветного, черного или драгоценного как завершение всего процесса изготовления обязательно нуждаются в декоративной отделке. Причем она не только улучшает внешний вид браслета или водосточного наконечника,

ажурной скульптуры или кованой решетки камина, чеканного рельефа или художественного литья, но и предохраняют изделия, созданные в любой технике, от воздействия внешней среды, продлевает их век.

Известно немало рецептов нанесения тончайших защитных покрытий разного цвета, имеющих свою технологию.

При любой химической обработке металла необходимо соблюдать всевозможные меры предосторожности:

- работать в защитных очках, резиновых перчатках;
- вытяжка в мастерской должна быть достаточной; самые вредные операции лучше производить на открытом воздухе;
- применяемые химикаты — очень вредные вещества, хранить их нужно в герметичных емкостях;
- при приготовлении растворов кислот следует помнить: не их растворяют водой, а кислоту вливают в воду (раствор) небольшими дозами;
- если кислота все-таки капнула на кожу, немедленно смойте ее проточной водой и промойте пораженное место содовым раствором.

Перед химической обработкой проводят механическую, затем металл тщательно очищают, обезжиривают, отбеливают; предварительно отшлифованный и отполированный металл покрывают тонкой защитной и в то же время декоративной тонирующей пленкой.

Выбор того или иного вида декоративной отделки металлического изделия диктуется качествами самого металла, а также предназначением того или иного изделия.

Декоративная механическая обработка металла

Шлифовка

Эта операция производится абразивными материалами естественного происхождения: корундами, алмазами, кремнием, кварцем, а также искусственными корундами и алмазами. На практике — это наждачная бумага или шкурка — абра-

живная зернь, наклеенная на плотную бумагу или ткань. Начинают шлифовку крупнозернистой шкуркой, постепенно переходя к мелкозернистой, а затем и к шлифовальной пасте, к мельчайшей кирпичной муке. Шлифовкой удаляются окислы, открывается чистая поверхность изделия (медная чеканка, латунная посуда).

Полировка

Это следующий этап отделки металла. Полировка осуществляется полировочными пастами различного сметанообразного состава — смеси мела, извести, окисихрома, алюминия, зубного порошка, нашатырного спирта, воды и других компонентов. Славится полировочная паста ГОИ. Пасты бывают твердые, средние и тонкие. В такой очередности ими и пользуются. Если первой ликвидируют оставшиеся от шлифовки царапинки, второй добиваются ровного фона, то последней получают зеркальный блеск металла.

Полировку обычно производят вручную, достигая идеальной равномерности и доставая до углублений рельефа. Более ровные и крупные детали изделия полируют на специально изготовленных кругах из нескольких слоев войлока, фетра, толстого сукна, тщательно проклеенных клеем марки БФ и сшитых между собой.

Закрепленный на небольшом металлическом стержне, который крепится в патроне точильного или сверлильного станка, полировочный круг, смазанный пастой, вращаясь, полирует изделие. Затем доводку осуществляют на сухом матерчатом круге.

Наиболее труднодоступные участки изделия полируют специально изготовленными палочками из древесины более твердых пород — бука, дуба и мягких — липы, груши. Рабочая часть полировочных палочек, которая смазывается пастой, разнообразна: выпуклая, вогнутая, коническая и так далее. Узкие сквозные отверстия полируют шелковым шнуром, а то и суровой нитью, покрывая их пастой.

Полирование путем уплотнения, выглаживания металлической поверхности производится специальным инструмен-

том — полировочным гладильником (гладилом). Он изготавливается из высокопрочной стали. Гладильник полируется и закаливается. Полирование осуществляется проглаживанием под нажимом в одном направлении до появления глянца на полируемой поверхности. Затем выглаживание осуществляется в перпендикулярном направлении. Рабочая часть гладильника шарообразна. Полируемую поверхность для лучшего скольжения рабочей части полировальника время от времени смачивают специальным раствором в воде мыла и нашатырного спирта.

Химическое декорирование металла

Тонирование. Оксидирование

Применяя несложную химическую обработку, на поверхности изделия получают разноцветное защитно-декоративное покрытие. Небольшое изделие погружают в емкость с химическим раствором целиком, крупное обрабатывают кистью, губкой, поролоном. Чтобы полученная пленка держалась на изделии прочнее и не покрывалась налетом, после промывки и просушки ее протирают ветошью, смоченной в машинном масле или в олифе.

Для того, чтобы всякий раз не экспериментировать в ожидании, в поиске для получения необходимого цветового тона на том или ином материале, запаситесь образцами из пластинок стали, меди, латуни, алюминия, обработанных тем или иным раствором с указанием их рецептов.

Декорирование черных металлов

Готовые изделия из черных металлов нуждаются в декоративно-защитных покрытиях, от технологических качеств которых зависят их привлекательность и долговечность.

При обработке черных металлов, особенно кузнечным методом, на их поверхности образуется слой окарины, на первый взгляд, красивого серо-голубого цвета. Но этот покров не защищает металл от коррозии, а является окисью железа.

Имея различную толщину и плотность, он подвержен постепенному отслаиванию от основного изделия, поэтому окалину необходимо удалить. Сделать это можно разными способами. Например, химическим способом, пользуясь раствором соляной кислоты, уротропина и йодистого калия в различных пропорциях. Или механическим — наждаком, металлической щеткой, мелкозернистым напильником, смесью воды с молотой пемзой. После очистки и сушки изделие оксидируют нагреванием его поверхности горелкой или паяльной лампой. На ней образуются цветовые тона от желтого до темно-синего. Получив желаемый оттенок, нагрев резко прекращают. Учитывая различную толщину изделия, оксидированием можно добиться разных цветовых оттенков на разных его деталях. После оксидирования изделие покрывают воском, растворенным в бензине. После сушки полируют волосяной щеткой. Черный цвет металла можно получить натиранием очищенного металла растительным маслом и нагревом до получения пленки нужного оттенка. Масло не должно воспламеняться; разлагаясь от нагрева, оно плотно заполняет поры окислов, образуя надежное покрытие черного или темно-бурого цвета. Изделия садово-парковой архитектуры, которые постоянно подвергаются атмосферному влиянию, покрывают лакокрасочными покрытиями.

Хорошо себя зарекомендовало покрытие автомобильным герметиком, который наносится на грунтовку. Окрасить сталь в темно-синий цвет можно в водном растворе иносульфита и уксусно-кислого свинца: на литр воды — 150 г сульфита и 50 г свинца. Легче окрашивание происходит при нагреве раствора до кипения. С помощью этого раствора латуни придают серебристо-голубой оттенок.

Известна строгая красота вороненой стали, когда металл приобретает иссиня-черный цвет, как крыло ворона. В то же время воронение — один из лучших способов защиты от коррозии. Наряду с отполированным до зеркальной поверхности серебром и канфаренным золотом вороненое железо почиталось геральдическим металлом. Именно такие виды декоративной обработки применялись для произведения гербов, а также художественного царского или княжеского оружия,

Для получения черной с синим отливом стали в литре воды растворяют 100 г двуххромовокислого калия, в обиходе у мастеров называемого хромпик. Стальное изделие выдерживают в этом растворе 20 минут и высушивают над пламенем или жаром высокой температуры. Появляется серо-бурый оттенок. Повторяя воронение, достигают вороненого цвета.

Черную матовую поверхность получают также химическим оксидированием в растворе такого состава: на литр воды 80 г гипосульфата натрия (поташ), 60 г аммония, до 7 г ортофосфорной кислоты, 3 г азотной кислоты.

Темно-коричневый цвет металла получают оксидированием в литре воды 15 г хлористого железа, 30 г железного купороса и 10 г азотнокислой меди. Металл начинает менять окраску на бурый цвет. Повторение оксидирования приведет к густому черно-коричневому цвету.

Оксидирование при комнатной температуре длится до часа, с подогревом оксидирующего раствора — сокращается втрое.

Синий цвет стали получают оксидированием в растворе 120 г воды по 30 г хлорного железа, азотной ртути, соляной кислоты и 120 г спирта; при 20-градусной температуре время оксидирования занимает 20 минут.

Перед любым способом оксидирования слой окиси необходимо декапировать химическими растворами (3-5-процентным раствором в воде соляной или серной кислоты), а также чисто обезжирить ацетоном или бензином. Эти операции для избежания жировых пятен или иного загрязнения поверхности. Изделия обрабатывают в растворах на проволочных подвесках и промывают под струей воды для смывания кислоты.

Кроме химического оксидирования пользуются и термическим методом декорирования черных металлов, а также цветных, из которых изготавливаются изделия, предназначенные для пользования в сухом помещении.

При нагреве изделия газовой горелкой на нем меняются оттенки побежалости (цветовой изменчивости) — от соломенного до черного. На необходимом цвете мастер прекращает термическое тонирование металла. Для оксидирования

путем нагрева поверхности изделия в индивидуальной мастерской применима простейшая газовая горелка с деревянной ручкой, соединенная гибким шлангом с газовым баллончиком. Такую горелку можно изготовить самому. Самодельная горелка состоит из сопла, пробки и капсюля (как и в горелке газовой плиты), трубки и ручки. Сопло (с внутренней нарезкой) и пробку (с внешней резьбой) проще всего изготовить из латуни на токарном станке. Сбоку в сопле высверливаются отверстия для подачи воздуха. В пробке, которая соединяется с соплом резьбой, сверлят два отверстия и также делают резьбу в них для трубки и капсюля. Ручка одевается и закрепляется на трубке, которая соединяется с гибким шлангом резьбой. Подачу (силу) газового пламени регулируют краном на баллоне. При работе с газовой горелкой необходимы меры предосторожности: нужно следить, чтобы не произошло каких-то побочных возгораний, не было утечки газа и не возникло взрыва — и пожароопасных ситуаций. Цветовой гаммы, тонирования, цветовых переходов можно достичь умелым использованием горелкой. Таким способом тонируются как чеканные, так и другие изделия или произведения смешанных техник. После термической обработки изделия покрывают восковым слоем (воск с растворителем) и полируют войлоком и фетром.

Олифо-масляный обжиг обычно применяют для нанесения декоративно-защитного черно-коричневого покрытия на изделия из чугуна, получаемые литьем, — скульптурные произведения, фигурные решетки для ограды парков, цветников и другие. Изделия смачивают олифой, а затем прокаливают. Такой способ декорирования применяется и для произведений, созданных художественной ковкой, поскольку в кузнечном деле при работе с черными металлами мастеру нередко приходится наткаться на ржавчину. В зависимости от степени поражения ржавчину выводят механически или растворителями соответствующей интенсивности. Частично пораженные участки металла зачищают наждаком, предварительно смочив их керосином. Ржавчину, охватившую большую площадь, удаляют раствором на основе фосфорной кислоты, содержание которой определяет его интенсивность. Раствор наносят приго-

товленным тампоном на держаке, а после высыхания место ржавчины обрабатывают железной щеткой.

Рецепты растворов различной концентрации

Слабый: в литре воды 15 г концентрированной фосфорной кислоты, 5 г бутилового или этилового спирта;

Средний: 700 г воды, 200 г фосфорной кислоты, 160 г технического спирта, 70 г стирального порошка.

Сильный: на 100 г воды 275 г фосфорной и 15 г винной кислот, 6 г азотнокислого калия, 3 г хромового ангидрида, 8 г фосфата цинка и 3 г тиокарбамида.

Для удаления ржавчины с произведений, имеющих художественную ценность, для их реставрации применяются щадящие растворы, способные удалить ржавчину и минимально повредить основную часть реставрируемого изделия. Приготовление таких растворов осуществимо в частной мастерской. Это почти что естественный, минимально химизированный препарат, который готовится на 5-процентном растворе соляной кислоты из измельченных листьев и стеблей лекарственных трав — чистотела, алтея, тысячелистника, а также томатов и картофеля.

Кислотный раствор должен покрывать измельченную травяную массу. Накрытая крышкой, эта настойка выдерживается 7-10 дней. После этого приготавливают раствор для травления ржавчины, смешивая 5 г полученного в результате настаивания экстракта, 40 г концентрированной соляной кислоты и 75 г воды. Эти пропорции при необходимости легко изменяются для получения еще более щадящего травильного раствора: 10 г экстракта, 20 г кислоты, 100 г воды (обратно пропорциональное изменение).

Защитное тонирование цветных металлов и сплавов

Особенно восприимчивы к тонированным покрытиям медь и ее сплавы: латунь и бронза.

Черный (серый) цвет меди и латуни можно придать с помощью разных оксидирующих растворов.

Получают серную печень сплавлением в фарфоровой чашке одной части порошковой серы с двумя частями сухого поташа в течение 15-20 минут. При реакции с воздухом происходит взаимодействие компонентов расплава. Хранить спеченную с поташом серу дольше в крупных кусках — лучше сохраняет активность этого спекания — в сосудах темного стекла, герметично закрытых. Водный раствор серной печени (полисульфид калия, используемый и для оксидирования серебра с целью придания ему стойкой пленки сульфида) готовят из 10-15 г серной печени на литр воды (хранить не более суток). Тонируют изделие погружением в раствор или обмакиванием ветошью, тогда нанесение раствора на изделие легче контролировать, а, значит, и регулировать глубину окрашивания поверхности металла.

Черный цвет меди придают и раствором такого состава: на 100 мл воды — 0,9 г едкого натра и 0,3 г персульфата аммония — при температуре не более 100 °С.

Старые мастера осуществляли чернение меди по такому рецепту: раствор сернистой меди смешивают в равном количестве с нашатырным спиртом (смесь приобретает ярко-синий цвет), изделие опускают в него на несколько минут, затем, вынув, нагревают, пока медь не почернеет.

Такая же процедура и в таких составах: раствор чистой меди в азотной кислоте; насыщенный раствор сернистой меди с таким же количеством углекислой соды, затем после получения осадка углекислой меди жидкость раствора сливают, а промытый осадок растворяют в нашатыре.

Чернение меди можно осуществить и опустив изделие в раствор хлорного железа в соотношении одной его части на одну часть воды.

Серую окраску получают в растворе 2-3 г поваренной соли и такого же количества серной печени в литре воды.

Наиболее насыщенного цвета оксидных пленок на меди — от светло-коричневого — до коричнево-черного — можно получить, приготовив раствор в сочетании сернистого аммония с серной печенью соответственно в различных дозах — от 5 до 15 г.

Шоколадный цвет меди и латуни можно придать в растворе хлорида калия, сульфата никеля и сульфата меди — соответственно 4,5 г, 2 г и 10,5 г на 100 мл воды при нагревании раствора до 100 °С.

Коричневый цвет с красноватым оттенком получают в растворе 2,5 г пентасернистой сурьмы в литре 4-процентного едкого натрия.

Красно-коричневый цвет латуни придает водный раствор хлористого цинка и медного купороса в равном соотношении частей цинка и купороса.

Коричневый и черный цвет на латуни получают обработкой изделия раствором 60 г гипосульфата и 5 г азотной, серной или соляной кислоты в литре воды. Такой раствор оказывает тонирующее действие лишь 20 мин.

Оливковый и черно-коричневый цвет придаст латуни обработка раствором хлорокиси меди и нашатыря.

Латунь становится черной в следующем растворе: в литре воды смешивают 2 ложки хлорокиси меди с двумя третями водного аммиака; этот раствор нужно быстро размешать и закупорить. Получится смесь зеленоватого цвета, а после выпадения осадка — сине-зеленого; в этом растворе и тонируют латунь; при этом сплав не теряет своего блеска. Длительность обработки не превышает нескольких секунд.

Оранжево-красным за несколько минут латунное изделие сделает раствор 5 г сернистого калия в литре воды.

В старину латуни придавали и иные, казалось бы, совершенно неожиданные для этого сплава цвета.

Фиолетовый цвет получали погружением изделия в раствор хлорной сурьмы; шоколадно-бурый — обжигом окисью железа и последующей полировкой свинцовым блеском.

Цвет античной патины произведениям из меди, бронзы и латуни можно придать обработкой их в растворе 50-250 г хлористого аммония и 100-250 г углекислого аммония в литре воды. Также возможно сделать это следующим составом: 64 г хлористого аммония, 132 г среднеуксуснокислой соли и меди и литра 5-процентной уксусной кислоты.

Серо-зеленую тонировку создают раствором из пяти компонентов: 50 г серной печени, 75 г хлористого аммония, 50 г ук-

сусной соли железа, 60 г аммония, 35 г уксусной 5-процентной кислоты на литр. Черно-зеленый цвет получают заменой уксусной соли железа уксусной солью меди.

Сине-зеленый, близкий к малахитовому, цвет создаст такой раствор: 40 г хлористого аммония, 160 г хлористого натрия, 120 г виннокислого калия и 200 г азотнокислой меди.

Лазурный цвет латуни придаст несколько минут пребывания в растворе 3 г ацетата свинца, 6 г гипосульфита (тиосульфита натрия) и 5 г уксусной кислоты в 100 мл воды при температуре 80 °С.

Медь станет зеленой в растворе 20 г нитрата меди, 30 г нашатырного спирта, 40 г углекислого аммония, столько же ацетата натрия в 100 мл воды (ацетат натрия — смесь соды с уксусом).

Аммоний в индивидуальной мастерской можно тонировать несколькими способами. Опишем доступные частному мастеру, поскольку электрохимическая обработка этого металла требует специального оборудования.

Изделие, предварительно обработанное щелочью (едкий калий или натрий), промывают и обрабатывают в виннокислом калии со щелочью, затем погружают в раствор из 130 г медного купороса или 5 г хромовокислого цинка, 3-5 г азотной кислоты и 15 г фтористого цинка, размешанных в литре воды; алюминий приобретает цвет от желтого до золотистого.

Также существует способ тонирования алюминия в золотистый цвет. Покрытый слоем расплавленного парафина алюминий обжигают паяльной лампой.

Иногда изделие натирают олифой или растительным маслом и держат над коптящим факелом из толи или рубероида, выделяющих смолистую сажу, частички которой прочно соединяются горячей олифой, образуя серный цвет покрытия, причем пламя не должно касаться металла.

Прокаливанием тонируют и натертые олифой или растительным маслом изделия. Полученная блестящая пленка определенного цвета надежно защитит металл от коррозии и придаст алюминию пикантный декор.

Покрытые растительным маслом изделия обретут оливковый цвет, олифой — красно-коричневый или коричнево-черный.

Самый простой способ тонирования алюминия с одновременным предохранением от коррозии — покрытие изделий масляными красками. Варьирование цветовой гаммы здесь самое богатое. Но такой способ применим только для алюминия.

А вот прокаливание применяют при декоре стали и чугуна.

Свинец окрашивают в серый (темно-серый) цвет лимонной или уксусной кислотой при помощи тампона на деревянной палочке. Обычно из этого металла и его сплавов гарта и баббита изготавливают небольшие изделия методом литья. Окрашенное до нужной тонировки изделие моют под краном и сушат.

Известно, что некоторые растения (травы) в своем соке содержат различные кислоты. Так, в соке чистотела содержится более 4 процентов органических кислот, в том числе и лимонная, а также хелидоновая, яблочная и янтарная; попадая на кожу, он вызывает раздражения, ожоги. Сок чистотела применяют для чернения мелких изделий из различных металлов, в том числе и из свинца и цинка.

Тонирование цинка производят в разные цвета благодаря хорошей реакции с другими веществами, дающими окрашенные соединения. Цинк гравировается, хорош для литья, и, как уже сказано, удобно тонируется. Цинку придают в числе других декоров вид старого серебра.

Серый цвет получают слабыми растворами кислот. Например, чайная ложечка лимонной кислоты и столько же медного купороса на стакан воды. «Лимонку» можно заменить, цвет дает обработка раствором, в составе которого 1 часть винной кислоты, 2 части соды и 1 часть воды. Этот раствор смешивают с глиной, обмазывают изделие, а после высыхания моют в воде.

Коричнево-бронзовый цвет получают составом из 1 части медянки и 5 частей кислоты. Поверхность также натирают смесью, просушивают и смывают ее.

Медный цвет цинку дает смачивание купоросом, поскольку цинк активнее меди.

Если протереть цинк соляной кислотой с песком (в роли абразива для подготовительной очистки), а затем окунуть в раствор из 3 частей вино-каменномедной соли, 4 частей едкого натра и 48 частей дистиллированной воды 10-градусной температу-

ры, то, в зависимости от времени пребывания цинка в растворе, на нем можно получить совершенно разные цвета: 2 мин — фиолетовый, 3 мин — темно-синий, 4-5 мин — золотисто-желтый, 8-9 мин пурпурно-красный.

Синий цвет цинка можно получить и раствором 6 г сернокислого никеля и такого же количества хлорида аммония в 100 г воды.

Зеленым цинк становится в таком растворе: 10 частей сульфата меди, столько же винной кислоты, 12 частей воды плюс растворенной в воде едкий натр (1:15) — 24 части.

Цинк можно сделать и черным; для этого металл нужно обработать раствором, в который входят следующие компоненты: 2 части нитрата меди, 3 части оксида меди, 8 частей соляной кислоты и 65 частей воды.

Таковыми способами можно тонировать (окрашивать, патинировать) не только чистый цинк, но также и оцинкованное железо.

И в заключение раздела о декоративной отделке из металла. При необходимости высветлить какие-то фрагменты рельефа чеканки, детали скульптурного металлического произведения или изделия, исполненные в другой технике художественной обработки металла, эти части протирают тампоном с мелким кирпичным порошком (в качестве тонкого абразива, удаляющего загрязнение окислы), смоченным тонирующим раствором для создания начальной тонировки — ровного идеального чистого слоя грунтовки. Особенно такой метод подходит для отделки рельефных изделий.

Добиваться пленки абсолютно черной (непрозрачной) — ни к чему: какого бы цвета не было покрытие, металл все равно должен как бы проглядывать сквозь него, намекая даже через декор на свой первоначальный облик.

Художественное литье из чугуна

Казалось бы — чугун... Какое сразу же возникает представление о предметах, сделанных из чугуна? Чугун или чугунок — металлический горшок, кухонная принадлежность, ни-

чего общего не имеющая с производением искусства по металлу, чугунные канализационные трубы. А ведь еще полтора столетия назад на Всемирной выставке в Париже художественные изделия именно из чугуна удивляли своим изяществом и красотой — цепочка для часов, весящая всего-то 20 граммов, браслет, состоящий из 100 звеньев, миниатюрная скульптура, кружевная чугунная посуда...

Чугун — это выплавленное из руды железо с примесью углерода, более хрупкое и менее ковкое, чем сталь. Однако из этого, казалось бы, грубого материала можно отливать настоящие эстетические шедевры.

Художественное литье из чугуна — тоже универсальная работа. Это удел не только мастера по литью. Мало отлить по какой-то модели изделие. Без владения чеканным искусством литейщику не создать художественного произведения. Отлитая из чугуна скульптура или другое изделие будет мертвым без прикосновения чекана, без декоративной отделки. Вообще технология производства художественных предметов из чугуна практически аналогична созданию изделий из других металлов и сплавов — из тех же *бронзы, латуни, селумина, серебра, золота*.

Мастер художественного литья должен обладать умением формовки, чеканки и декора, ведь литейщик — это еще и чеканщик, и декоратор. Чтобы воплотить в жизнь задуманное, необходимо избрать соответствующую форму для любого литейного произведения.

Формовка — тоже большое искусство. С формовки, собственно, и начинается весь непростой процесс создания изделия. Опоку изготавливают так же, как и при других видах литья (металлический квадрат или прямоугольник со стенками необходимой высоты).

Восковую или бронзовую *модель* заформовывают в песчано-глиняную смесь в опоке с литником и выпором. Далее по уже известной технологии. Если скульптура сложной формы, то ее собирают из нескольких опок. Сложность формовки состоит в том, чтобы многофигурную поверхность модели с выступами и углублениями разделить на возможно меньшее количество частей заформовки — от этого во многом зависит

качество литейного изделия. Многофигурные композиции отливают частями, а затем komponуют в группу.

Как уже отмечалось, отливки нуждаются в прочеканивании. Прочеканивание сглаживает поверхность, удаляя ненужные выступы и впадины, а также формирует рельеф изделия, придает четкость деталям, общему контуру. Именно гармоничность проработки деталей и решение композиции в целом делают литейное произведение выразительным. Полную законченность изделию дает его окраска. Определенный цвет органически связан с особенностями материала, его пластическими и цветовыми особенностями. Идеальная окраска — тонкое искусство.

Словом, мастер художественного литья — это и формовщик, и литейщик, и чеканщик, и специалист по окраске, и даже скульптор. Все эти специализации сочетают настоящие мастера — художники по металлу.

Сегодня получает развитие и такая разновидность литья из чугуна, как чугунное архитектурное литье — садово-парковые изделия. Речь идет о садовой чугунной мебели, оградах для особняков, решетках, беседочных колоннах и других атрибутах садово-парковой архитектуры. Эти предметы отливаются частями, что дает возможность индивидуальному мастеру самостоятельно их изготовить.

Заключение

Человечество давно подчинило металл своей воле. Нас окружают различные предметы обихода, созданные при помощи той или иной техники работы с металлом. Один из них — художественное литье — процесс довольно трудоемкий и требующий определенных физических и моральных затрат. Современный мастер-литейщик должен обладать достаточно хорошим художественным вкусом и владеть определенными техниками и навыками не только литья, но иковки, чеканки, просечки. Нарботки древних мастеров и созданные ими произведения вдохновляют мастеров нашего времени, а современные технологии позволяют облегчить работу при создании своего шедевра.

СОДЕРЖАНИЕ

Рабочее место и оснащение	3
Муфельная печь в домашней мастерской	3
Литейные материалы	4
Устройство и эксплуатация шахтного горна	5
Технологические разновидности художественного литья	6
Инструменты для формовки и приспособления для литья по моделям	6
Оснастка для литья по моделям	6
Материалы для формовки	7
Материалы для изготовления моделей	8
Литье по моделям в земляные формы	8
Процесс формовки шаблона и получения готовой отливки	9
Технология литья по выплавляемым моделям	11
Получение отливки	15
Процесс получения отливок по выжигаемым моделям	16
Технология С. Попова	32
Формовка восковых изделий	33
Обмазка	33
Заливка	34
Слесарная обработка	34
Практические советы	35
Тиснение	35
Технология тиснения	36
Давильные работы	36
Комбинированная обработка металла	39
Декорирование изделий из металла	44
Декоративная механическая обработка металла	45

Шлифовка	45
Полировка	46
Химическое декорирование металла	47
Тонирование. Оксидирование.	47
Декорирование черных металлов.	47
Рецепты растворов различной концентрации.	51
Защитное тонирование цветных	
металлов и сплавов	51
Художественное литье из чугуна	56
Заключение	59

Популярное издание

ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЛИТЬЁ

Автор-составитель
Ухин Сергей Васильевич

Редактор *А.И. Марков*
Художественный редактор *И.Ю. Селютин*
Оформление обложки *В.И. Гринько*
Технический редактор *А.В. Полтеев*

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953004 — научная и производственная литература

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.02.953.Д.000577.02.04 от 03.02.2004 г.

ООО «Издательство АСТ»
667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Кочетова, д. 28
Наши электронные адреса: WWW.AST.RU
E-mail: astpub@aha.ru

Издательство «Сталкер»
83114, Украина, г. Донецк, ул. Щорса, 108а

При участии ООО «Харвест».
Лицензия ЛВ № 32 от 27.08.02.
РБ, 220013, Минск, ул. Кульман,
д. 1, корп. 3, эт. 4, к. 42.

Открытое акционерное общество
«Полиграфкомбинат им. Я. Коласа».
220600, Минск, ул. Красная, 23.

www.infanata.org

Электронная версия данной книги создана исключительно для ознакомления только на локальном компьютере! Скачав файл, вы берёте на себя полную ответственность за его дальнейшее использование и распространение.

Начиная загрузку, вы подтверждаете своё согласие с данными утверждениями!

Реализация данной электронной книги в любых интернет-магазинах, и на

CD (DVD) дисках с целью получения прибыли, незаконна и запрещена!

По вопросам приобретения печатной или электронной версии данной книги обращайтесь непосредственно к законным издателям, их представителям,

либо в соответствующие организации торговли!

www.infanata.org