СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

(ПО ЛИТЕЙНЫМ МАТЕРИАЛАМ)

Учебно-методическое пособие

УМО

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЕХНОЛОГИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

(по литейным материалам)

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 261400.62 «Технология художественной обработки материалов» (рег. № 424 от 16.09.2013)

Красноярск
СФУ
2014

УДК 739(07)
ББК 34.7я74
С718

А в т о р ы:
В. Г. Березюк, А. М. Синичкин, С. И. Лыткина, И. А. Копошко,
С. В. Мишнёв

С718 **Специальные технологии художественной обработки материалов (по литейным материалам)** : учеб.-метод. пособие / В. Г. Березюк [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 168 с.
ISBN 978-5-7638-2928-0

Дана классификация художественных отливок, изложены основные сведения по шихтовым и формовочным материалам, плавке металла, оснастке и оборудованию, технологии литья, финишным операциям, контролю качества отливок. Приведены основные способы изготовления художественных отливок, а также расчет литниково-питающих систем.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 261400.62 «Технология художественной обработки материалов».

Электронный вариант издания см.:
http://catalog.sfu-kras.ru

УДК 739(07)
ББК 34.7я74

ISBN 978-5-7638-2928-0

© Сибирский федеральный университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Современные процессы литья осуществляются с использованием новых, более совершенных вспомогательных средств, материалов, оборудования. Это позволяет механизировать процесс, обеспечить быструю сменяемость ассортимента изделий. Известно много способов и технологий изготовления художественных отливок, но наиболее используемыми являются литье по выплавляемым моделям и кусковая формовка.

Труд литейщика по своему характеру творческий. В большей степени это относится к изделиям, отличающимся какими-либо особыми свойствами, размерами, художественностью или виртуозностью техники литья. Таким отливкам присваивается титул «царь».

Знаменитый Царь-колокол (литейщики Иван и Михаил Моторины), крупнейший колокол в мире, был отлит в 1733–35 гг. и весит более 200 т. Самая большая бронзовая пушка в мире (литейщик А.Чохов) была отлита в 1586 г., весит 40 т, ее калибр 890 мм. Скифский царь-котел имел диаметр 2,5 м и высоту 3 м. Его масса превышала 10 т. Котел украшен орнаментом с изображениями животных. Древнейшей отливкой, удостоенной титула «царь», является 100-тонный чугунный царь-лев, отлитый в Китае в 954 г. Его высота 5,5 м, длина более 5 м. В XIV в. в Японии был отлит царь-чайник из 3 частей: крышки, ручки и самого сосуда массой 16 т. В 749 г. была отлита статуя Будды массой 250 т (вместе с цоколем 380 т). Длина ладони этого исполина 3 м. Самой крупной царь-отливкой является литой шабот, изготовленный в Италии (г. Терна). Для него 400 т металла выплавили на месте, а остальные 600 т привезли по железной дороге из соседнего города в теплоизолированных цистернах.

Первыми металлами, с которыми имел дело человек, были самородные медь и золото. Этому способствовало то, что они легко добывались в виде самородков и россыпей, имели невысокую температуру плавления: чуть больше 1 000 ^{o}C. Первыми отливками были художественные изделия из золота в виде различных украшений и предметов религиозного культа. Серебро редко встречается в виде самородков, поэтому использовать его стали позднее золота.

В настоящее время для художественных отливок используются все благородные металлы и сплавы, сплавы на основе железа, меди, алюминия, цинка, легкоплавкие сплавы. При этом применяются разнообразные способы изготовления форм, начиная от одноразовых песчано-глинистых и кончая многократно используемыми металлическими формами.

1 ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЛИТЬЁ

1.1. Из истории художественного литья на Руси

В VI–VII вв. произошло выделение специалистов-ремесленников, занимающихся художественным литьем из бронзы и драгоценных металлов. В IX–X вв. применялось литье по восковой модели, а в XI в. появились каменные литейные формы.

Помимо производства литых украшений для знати и среднего сословия (ювелирное производство) литейщики удовлетворяли многочисленные бытовые нужды населения, особенно в период образования Киевской Руси. В это время отливали котелки, кресты, иконки, зеркала, колокола и др., которые сохранились до нашего времени.

В течение двух столетий Киев был художественным центром, из которого во все концы страны расходились готовые изделия, а с образованием мелких самостоятельных княжеств и возникновением в них своих ремесленных мастерских перенимались лучшие технические достижения, заимствовались приемы литейного дела.

В XII в. появились кустарные литейки в Смоленском княжестве и Великом Новгороде. Киев сильнее других городов пострадал от татарского нашествия, вследствие чего торговые пути, проходившие через него, оказались закрытыми. Торговля и промышленность начали перемещаться в северные области Древней Руси. Наибольшую выгоду из сложившейся обстановки сумели извлечь Тверское, Московское княжества и особенно Великий Новгород.

Именно в этих землях начинает бурно развиваться производство художественных изделий. При Дмитрии Донском и его преемнике Василии I в сложившейся обстановке перед русскими литейщиками ставится задача овладения искусством изготовления пушек. Их производство началось на Руси в 1393 г.

В 1474 г. Иван III дает наказ своему послу в Венеции пригласить опытного зодчего, который хорошо бы знал литейное производство. Приехал мастер Аристотель Фиораванти.

В 1479 г. в Москве Фиораванти построил литейный завод «Пушечная изба», позднее на р. Неглинке «Пушечный двор». В XVIII в. был создан третий завод – «Гранатный двор». В XV–XVII вв. на этих заводах было отлито большое количество пушек, которые помимо своего прямого назначения, являлись художественными отливками с богатым декором, изящными лафетами (литейщики А. Чохов, Е. Данилов, А. Григорьев, М. Осипов, И. Моторин и др.). А. Чохов отлил Царь-пушку, а также стоствольную пушку-орган.

Отливка колоколов с ликами царей и святых, затейливой вязью, надписями немало способствовала совершенствованию художественного бронзового литья.

В конце первой четверти XVIII в. в Петербурге стали отливать свинцовые скульптуры в мастерских Б.К. Растрелли и Ф. Вассу. Отливки золотились.

Начало развития статуарного литья положено Петром I. Техника литья была на сравнительно высоком уровне. Наиболее известный мастер-литейщик Растрелли, приглашенный Петром I в Россию, остался в ней до самой смерти. Он создал бронзовый бюст Петра I и скульптурную группу «Императрица Анна Иоанновна с арапченком».

Выдающимся событием в истории литой скульптуры было открытие памятника «Медный всадник» работы Э.М. Фальконе. Его высота 5,3 м, масса 21,6 т. Отливка производилась по восковой модели в 1775 г. и едва не закончилась катастрофой. В мастерской случился пожар. Все убежали, кроме литейщика Кайлова. «Этот мужественный человек, – писал Фальконе императрице, – оставшись один, заставил течь бронзу в форму… его храбрости мы обязаны успехом отливки».

В коллекции Екатеринбургского музея изобразительных искусств собрано более 800 образцов изделий семнадцати уральских чугунолитейных заводов (УЗТМ – Уральского завода тяжелого машиностроения, Билимбаевского, Верх-Исетского, Выйского, Каменского, Кусинского, Каслинского, Г.Я. Кобелева в Каслях, Кувшинского, Кыновского, Невьянского, Нежнеистетского, Саткинского, Свердловского, Сосьвинского, Холуницкого), представляющих большую как научную, так и художественную и историческую ценность. Наиболее полным и интересным разделом коллекции является собрание каслинского чугунного литья, насчитывающее около 700 экспонатов. Центральным и одним из самых замечательных экспонатов постоянной экспозиции Екатеринбургского музея изобразительных искусств является Каслинский чугунный павильон, зарегистрированный ЮНЕСКО в Международном каталоге уникальных памятников мирового значения как раритет – «единственное в мире архитектурное сооружение из чугуна, находящееся в коллекции художественного музея». Вокруг павильона в витринах и на подиумах экспонируются более 200 лучших образцов архитектурного и художественного литья Каслинского завода.

В Петровскую эпоху на Среднем Урале было построено 71 металлургическое предприятие, в том числе 27 казенных заводов и 44 частных, где плавили металлы разных сортов, отливали пушки и орудийные припасы для военного ведомства, изготавливали чугунную посуду и различные изделия для собственных заводских нужд и на продажу. Бурное строительство, развернувшееся на Урале и в России в первой четверти XVIII в., требовало от уральских заводов увеличения выпуска чугунных отливок

для внешнего и внутреннего убранства возводимых зданий. В этот период многие уральские заводы стали осваивать производство фасонных и архитектурных отливок: дверных и оконных коробок, решеток, кронштейнов, колонн, светильников, балясин, перил, ступеней, плит пола, печных и очажных принадлежностей и пр. Наиболее весомый вклад в развитие художественного литья Урала внесли Верх-Исетский, Выйский, Екатеринбургский, Каменский, Каслинский, Кусинский, Кувшинский, Невьянский и Нижнетагильский заводы.

С 1846 г. на Каслинском заводе выпуск кабинетного литья становится регулярным, в ассортименте завода появляется около 100 отливок. В 1860-е гг. складываются основные традиции каслинского художественного литья: реалистичность и четкость силуэта изделий, тщательная отделка деталей, передача фактуры различных материалов, высококачественная матовая окраска глубокого черного цвета.

Впервые каслинское художественное литье получает малую золотую медаль в 1860 г. на выставке Вольного экономического общества в Москве, а в 1861 г. – малую серебряную медаль на мануфактурной выставке в Санкт-Петербурге. С тех пор Каслинский завод постоянно участвовал во всероссийских и зарубежных выставках, закладывая основу яркого и хорошо узнаваемого бренда «Касли», утверждая качество промышленного заводского металла через искусство художественного литья. Благодаря профессианализму скульпторов, высокой квалификации мастеровых и отличному качеству чугуна заводские изделия были отмечены почетными дипломами и медалями на всемирных выставках в Париже (1867, 1890), Вене (1873), Филадельфии (1876), Копенгагене (1888), Стокгольме (1897), Милане (1906). Приобретаемые на этих выставках произведения западноевропейских авторов (Ж.Л. Готье, П.Ж. Мена, Л.О. Моро, Н. Мейера, П.Э. Делабриера, де′ Анже др.) становились моделями для каслинского литья, широко тиражировались и пользовались всеобщим успехом.

Вершиной литейного искусства каслинцев явилось создание в 1899 г. знаменитого чугунного павильона Кыштымского горного округа для Парижской всемирной художественно-промышленной выставки 1900 г. В декоре павильона, изготовленного по проекту петербургского архитектора Е. Е. Баумгартена, использованы мотивы искусства Древней Руси, Византии и Скандинавии. Центральный рельеф («Птицы Радости и Печали») и все скульптуры драконов выполнены талантливой столичной воятельницей М. Л. Диллон. За изготовление металлических изделий Кыштымские горные заводы были отмечены высшей наградой выставки – Гран-при «Хрустальный глобус» и Большой золотой медалью.

Наиболее полным каталогом «старых» (дореволюционных) моделей каслинского художественного литья был и остается сегодня прейскурант «Литье Каслинского завода Кыштымского округа. Художественные вещи»

за 1913 г. В нем представлено 759 наименований изделий. К прейскуранту прилагается альбом, в котором художественные вещи изображены в одну шестую их натуральной величины.

Каслинское художественное литье в период своего расцвета (1870–1900) не знало себе равных. Один лишь Кусинский завод в конце XIX в. приблизился к уровню каслинских изделий. Даже среди музейшиков бытует представление, что старейший и основной промысел – это каслинский, а Куса была и есть чем-то вроде филиала Каслей. Часто лучшие кусинские изделия называют каслинскими отливками, так как во многих случаях Куса и Касли использовали одни и те же авторские модели П.К. Клодта, Е.А. Лансере, А.Л. Обера, Н.И. Либериха, А.А. Соловьевой и других русских скульпторов.

Крупнейшим мастером XIX в. был И.П. Мартос. Среди его многочисленных скульптур наиболее выдающейся является памятник Минину и Пожарскому, отлитый В.П. Екимовым. Учеником В.П. Екимова был прославленный литейщик-анималист П.К. Клодт. Он был членом Римской, Берлинской и Пражской академий. Им отлиты памятники Н.М. Карамзину, Г.Р. Державину, Петру I. Всеобщее признание Клодту принесли конные группы для Аничкового моста. Кони этих скульптур установлены также в Берлине и в Неаполе.

Последней крупной работой литейщика был памятник Николаю I в Петербурге (1856–1859). В техническом отношении этот памятник не имеет себе равных в скульптуре того времени. Клодт поставил бронзового коня на две точки (на задние ноги), что удалось ему в результате точнейшего расчета.

В 1920 г. в Петербурге была создана небольшая мастерская бронзового литья. Затем при государственном меднообрабатывающем заводе «Красный выборжец» (1924 г.) был организован «Художественный монументальный бронзолитейный отдел». В 1932 г. эта литейная мастерская тиражировала для населения скульптурные портреты вождей революции. В 1939 г. мастерская стала заводом бронзового и чугунного литья «Монументскульптура». С 1924 по 1932 гг. на заводе были отлиты многочисленные памятники В.И. Ленину (для 20 городов страны) и более 30 памятников С.М. Кирову и другие. Также по проектам М.Г. Манизера отлито 80 скульптурных групп для станции метро «Площадь революции».

Позднее Художественным фондом РСФСР был организован Мытищинский завод имени Е.Ф. Белашевой, где также были отлиты и выполнены многочисленные скульптурные работы, в частности Ю. Долгорукому и А.В. Суворову в Москве.

Также по заказу Московского Правительства завод «Серп и Молот» отлил из чугуна художественную ограду 3×9 м с литыми фигурами, установленную в Лефортово.

1.2. Классификация художественных отливок

Громадное количество многообразных художественных отливок, изготовленных из различных сплавов и предназначенных для разных целей, позволяет классифицировать их по следующим признакам: масса, способ изготовления, вид сплава, назначение.

1.2.1. Классификация отливок по массе

По этому признаку отливки подразделяются на 8 основных групп. К самым крупным отливкам относят уникальные, единичные отливки, масса которых составляет десятки и сотни тонн; к миниатюрным относятся, как правило, ювелирные изделия из благородных металлов массой до 50 г (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Классификация художественных отливок по их массе

Группа отливок	Масса отливок, кг	Примеры отливок
Уникальные тяжелые	Более 20 000	Царь-колокол (205 т), Царь-пушка (40 т), Медный всадник (21,6 т)
Очень тяжелые	Более 2 500	Памятник Суворову (6 т), памятник Пушкину (4,8 т)
Тяжелые	Более 250	Бюст, крупные барельефы, ограды решетки и др.
Средние	Более 25	Садовая мебель, фонари, малые барельефы, детали фонтанов и др.
Малые	Более 2,5	Кабинетные скульптуры, вазы, напольные подсвечники и др.
Мелкие	Менее 2,5	Малые кабинетные скульптуры, чернильницы, тарелки, бра, канделябры и др.
Очень мелкие	Менее 0,5	Медали, накладки и ручки для дверей, сувениры, солдатики и др.
Миниатюрные	Менее 0,05	Ювелирные изделия из драгоценных металлов, кольца, перстни, серьги и др.

1.2.2. Классификация отливок по способам изготовления

Выбор способа изготовления художественных отливок определяется материалом отливки, ее массой, габаритами, конфигурацией, массовостью и др. В табл. 1.2 приведены 10 способов изготовления отливок, однако из них наиболее часто используют гравитационное литье в песчано-глинистые сырые формы, литье по выплавляемым моделям в этилсиликатные формы, в металлические формы, под давлением и центробежное литье.

Таблица 1.2

Классификация отливок по способам изготовления

Применяемые сплавы	Примеры отливок
Гравитационное литье в песчано-глинистые формы	
Все виды сплавов. Редко сплавы из драгоценных металлов	Отливки любой массы и габаритов, практически любой сложности. При необходимости изготовления сложных орнаментов используют части форм, выполненные другими способами (вставки)
Литье по выплавляемым моделям	
Все виды сплавов. Легкоплавкие сплавы на основе цинка, свинца, олова	Отливки любой массы, габаритов и сложности Малая кабинетная скульптура, детали светильников. Все украшения из драгоценных металлов
Литье по газифицируемым моделям из пенополистирола	
Сплавы на основе железа, меди, алюминия	Тяжелые, средние и малые отливки, модели которых изготовлены автором в одном экземпляре. Редко используемый способ
Литье в керамические формы по постоянным моделям	
Все виды сплавов	Отливки любой массы и габаритов средней сложности. В основном протяженные и плоские отливки – барельефы, модели и др.
Литье в формы, изготовленные вакуумно-пленочным способом	
Все виды сплавов, за исключением драгоценных металлов	Отливки любой массы и габаритов с одной плоскостью разъема. Барельефы, решетки, ограды и т. п.
Литье в металлические формы (кокили)	
В основном все цветные металлы и сплавы	Малые и мелкие отливки в основном с одной плоскостью разъема. Многочисленные изделия широкого бытового назначения – небольшие бюсты, сувениры, ручки и др. Отливки, имеющие открытую полость и позволяющие отливать детали с последующим «выплеском» металла
Литье под давлением	
Цветные металлы и сплавы. Из медных сплавов предпочтительна латунь	Отливки малых габаритов, тонкостенные с относительно простой конфигурацией: медали, сувениры, брелоки, заводские и фирменные знаки и др.
Литье в гипсовые формы	
Цветные металлы и сплавы, драгоценные металлы	Отливки небольшой массы, любой степени сложности. Модели постоянные или выплавляемые из гипсокристобалитовой массы. Основной способ для изготовления ювелирных изделий при сочетании с центробежным литьем или под вакуумом
Центробежное литье	
В основном цветные и благородные металлы	Очень мелкие и миниатюрные отливки. При использовании форм из вулканизированных синтетических резин применяют цинковый сплав, для цветных и благородных металлов – гипсокристобалитовые формы

Окончание табл. 1.2

Применяемые сплавы	Примеры отливок
Комбинированные способы литья	
Все виды сплавов	Отливки любой массы, габаритов и сложности, которые с технологической или экономической точки зрения целесообразно изготавливать комбинированными способами. Например, песчано-глинистые формы со вставками, полученными по выплавляемым моделям, кокильная форма со стержнями из смоло-песчаной смеси, керамическая форма, заливаемая в центробежных машинах и др.

1.2.3. Классификация отливок по сплавам

Отливки из чугуна. В 1747 г. создается чугунолитейный Каслинский завод, прославившийся статуарным чугунным литьем. Скульпторы М.Д. Канаев, Н.Г. Бах, П.К. Клодт и др., работавшие с уральскими литейщиками, старались привить формовщикам художественный вкус. Произведения уральских мастеров-литейщиков получили признание как в России, так и за рубежом. В 1800 г. был построен литейный завод К.Н. Берда. На этом заводе в 1885 г. был отлит из чугуна покрытый орнаментом лафет для Царь-пушки.

Примером чугунного литья является памятник русским гренадерам (Москва), памятники И.А. Гончарову (Ульяновск), Л.Н. Толстому, героям-стратонавтам (5 м, Саранск), памятник С. Юлаеву (9 м, Уфа), скульптура «Дружинник» (Москва) и др.

Заводы в Москве, в Петербурге и других городах освоили литье из чугуна по выплавляемым моделям, что значительно увеличило возможности тонкой проработки деталей скульптуры.

Отливки из бронзы. Бронза – главный материал для художественного литья. Литье из бронзы начало развиваться в царствование Петра I. Оно находило применение главным образом при отливке пушек, колоколов, а также в прикладном декоративном искусстве.

В 1764 г. при Академии художеств создали Литейный дом, где было отлито значительное количество монументов и скульптур, ставших шедеврами русского и мирового искусства.

Бронза, применявшаяся для художественных работ в Древней Руси, содержала 7–23 % Zn, 0,4–6,0 % Sn, остальное – медь. В настоящее время применяют разнообразные бронзы, в том числе алюминиевые, кремнистые, сурьмянистые и др.

Отливки из латуни. Латунь широко использовалась в литье. В России ее называли «желтой медью». В XVII в. русские литейщики предпочи-

тали латунь, обладающую лучшей жидкотекучестью, чем бронза. В 1818 г. на Красной площади в Москве установлен памятник Минину и Пожарскому. Композиция отлита по выплавляемым моделям из латуни. Цветовая гамма латуни уступает бронзе, поэтому часто художественные отливки химически обрабатывают, чтобы придать им вид благородной бронзы.

Отливки из алюминиевых сплавов. Дореволюционная Россия не имела своего алюминия. Впервые отечественный алюминий был получен в 1921 г. Тем не менее в середине XIX в. в Петербурге существовал завод статуарного литья, принадлежавший Морану и Плеске, и первые работы по художественному литью из алюминия производились там. Первой отливкой была скульптура Дианы Рабийской.

С 1899 г. из алюминия литейные мастерские стали производить мебель и иконостасы. В наше время он широко используется для изготовления скульптур. К лучшим образцам относятся работы «В космос», «Защитники Брестской крепости», «Колхозница со снопом», «Купальщица» и др.

Литейные свойства алюминиевых сплавов делают их весьма технологичными, а потому эти материалы могут заливаться в любые литейные формы – гипсовые, песчаные, металлические и др. Алюминиевые сплавы широко применяются в оформлении интерьеров зданий, станций метро, ограждений и т. д.

Отливки из цинковых сплавов. Цинковые сплавы обладают хорошей жидкотекучестью при низкой температуре заливки, что позволяет получать из них отливки сложной формы с тонкими сечениями стенок. Цинковые сплавы применялись в монументальной скульптуре в начале XVIII в. Такими отливками являются, например, памятник Петру I в Павловске и Гатчине работы И.П. Витали.

Памятник русским гренадерам, изготовленный из чугуна, имеет много барельефов, отлитых из цинкового сплава. В настоящее время этот сплав применяют для отливки небольших полых художественных изделий, главным образом бюстов, используя методы заливки в металлическую форму – литье с выплеском, а при изготовлении ажурных изделий – литье под давлением.

Отливки из легкоплавких сплавов. В античное время олово считали важнейшим материалом, из которого изготавливалась посуда для хранения вина. В XVIII в. в Англии появилось олово с зеркальной поверхностью, известное как «шеффильдское серебро». Зарубежные фирмы выпускают репродукции старинных оловянных вещей.

Первые скульптурные группы для Петергофского фонтана были отлиты из свинца, но впоследствии были заменены бронзовыми. Низкая температура плавления этих сплавов, небольшая усадка позволяет использо-

вать для литейной формы любой материал, вплоть до гипса. Так, например, в домашних условиях любители-коллекционеры отливают оловянных солдатиков в гипсовых формах. Ажурные отливки имеют толщину до 0,3 мм.

Отливки из благородных металлов. Благородные металлы – золото, платина, серебро и их сплавы с цветными металлами – применяют главным образом для отливки ювелирных изделий: украшений, предметов сервировки стола, различных сувениров, предметов религиозного культа.

В СССР в 1966 г. ювелирное производство было выделено в специализированную отрасль промышленности. Для литья изделий из благородных металлов в основном используетя гипсокристобалитовая форма, заливаемая по выплавляемым моделям центробежным способом.

1.2.4. Классификация отливок по назначению

Монументальные отливки. Как правило, это большие отливки, устанавливаемые на открытом воздухе. Это памятники на мифологические и библейские сюжеты, а также в честь каких-либо исторических событий, замечательных людей, например памятник Минину и Пожарскому, Медный всадник, Царь-колокол и другие.

Кабинетная скульптура. Это наиболее распространенные художественные отливки. К ним относятся различные бюсты, фигурки животных, сценки из сказок или быта, чернильницы и т. д.

Архитектурные отливки. С развитием городов расширялось применение художественного литья для их украшения. К таким отливкам относятся объемные ограды, ограждения балконов, оконные решетки, парадные лестницы, плиты пола, фонтаны, литые украшения вестибюлей и станций метро, фигурные ручки дверей и т. д.

Садовая мебель. Это кресла, скамейки, этажерки. Первоначально они отливались из чугуна. Позже, когда стали доступны алюминиевые сплавы, мебель стали отливать в металлические формы.

Отливки хозяйственного назначения. К ним относятся предметы быта – подставки, тарелки и блюда с ажурным декором.

Светильники. Эта многочисленная группа отливок включает одно- и многорожковые подсвечники, напольные канделябры, бра и люстры. В качестве источника света могут использоваться свечи или лампы накаливания. Преобладает стиль ампир.

Часы (подчасники). Основным способом изготовления украшений для часов являлось литье по выплавляемым моделям с последующей чеканкой и золочением. Оформление часов – настоящее художественное произведение литейного искусства. В большом Кремлевском дворце представлена коллекция часов, выполненных французскими и русскими литейщиками.

Медали, значки, сувениры. Металлические знаки с двухсторонним (реже односторонним) изображением выпускаются в честь какого-либо выдающегося деятеля или события. Чаще всего имеют круглую или овальную форму, но бывают и многоугольными. Выпускаются в единственном экземпляре или малыми сериями.

Ювелирные отливки. Это женские украшения, столовые приборы, портсигары и т. п. Изготавливаются из драгоценных металлов или их заменителей (нейзильбера, мельхиора), а также из цветных сплавов с последующим серебрением или золочением.

Колокола. Рабочие колокола отливают только из колокольной бронзы. Их размер и масса колеблется в очень широких пределах (масса от 1 кг до 200 т). Русские колокола считались одними из лучших. Они разошлись по всему свету. Сейчас в России вновь возрождается колокололитейное производство.

Пушки. Отливки этой группы имеют историческую ценность и в настоящее время из чугуна или пушечной бронзы не отливаются. Пушка – один из самых древних памятников литейного художественного литья.

1.3. Сплавы для художественных отливок

При производстве художественных отливок используются практически все сплавы, наиболее распространенные в промышленности (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Сплавы для художественных отливок

Литейные сплавы						
Черные металлы		Цветные металлы				
Чугун	Сталь	Тяжелые				Легкие
		Легкоплавкие	Медные	Цинковые	Благородные	Алюминиевые
		Свинец, олово	Бронзы, латуни, медно-никелевые		Серебряные, золотые, платиновые	

Из черных сплавов чаще всего применяют серый чугун. Все цветные металлы (за исключением платины) широко используют для художественных отливок, особенно медные сплавы – бронзы, латуни, что объясняется их хорошими литейными свойствами в сочетании с красивым исполнением поверхности.

1.3.1. Литейные свойства сплавов

Возможность получения художественной отливки с точными и гладкими поверхностями без пригара, раковин и трещин определяется литей-

ными свойствами сплавов, основными из которых являются жидкотекучесть, газопоглощение, склонность к образованию усадочных раковин, ликвация, литейные напряжения.

Жидкотекучесть – способность сплавов в жидком состоянии заполнять полость формы и точно воспроизводить ее очертания в отливке. Зависит от трех факторов: природы сплава, свойств литейной формы и условий заливки.

Газопоглощение. В жидких сплавах, используемых для художественных отливок, растворимость газов с повышением температуры увеличивается. Основную долю растворимых газов составляет водород. Для снижения газосодержания сплава следует тщательно подготавливать шихту, предупреждать поглощение газов во время всех технологических операций.

Неметаллические включения. Их источниками служат: грязь, окисленный металл, плохо счищенный шлак с зеркала металла, химические реакции при модифицировании сплава. Эффективным средством для удаления включений является выдержка жидкого металла перед разливкой или рафинирование сплава.

Усадка. Литейная усадка складывается из усадки в жидком, твердожидком и твердом состояниях. Следствие усадки – усадочная раковина, усадочная пористость, деформации и трещины. Раковины и пористость, если они не выходят на поверхность отливки, не являются дефектами для художественных отливок. Предупреждение усадки – правильная литниковая система и соблюдение режимов плавки, заливки и затвердевания сплава.

Ликвация. Неоднородность химического состава сплавов по сечению отливок, возникающая при их кристаллизации, зависит от температурного интервала кристаллизации. Для художественных отливок ликвация не имеет большого значения, за исключением отливок из благородных металлов.

Напряжения в отливках. Возникают из-за неподатливости формы и неравномерного охлаждения частей отливки. Если они не вызывают деформации отливки или трещин, то напряжения не являются браковочным признаком художественной отливки.

1.3.2. Виды сплавов

Серый чугун. Как правило, для художественного литья используют чугун с пластинчатым графитом. Серый чугун обладает хорошими литейными свойствами, относительно низкой температурой заливки (1 300–1 450 °С), хорошей жидкотекучестью. Химический состав чугуна, %: С – 3,3–3,7; Si – 1,4–2,6; Mn – 0,5–0,8; S – до 0,15; P – до 1 %. Лучший чугун получают при плавке на древесном угле (вагранка) или в тигле (газовая, индукционная и др. печи). Фосфор способствует графитизации и сильно увеличивает жидкотекучесть.

Сплавы на основе меди. В зависимости от химического состава медные сплавы подразделяются на латуни и бронзы.

Латуни – это сплавы меди с цинком с добавлением алюминия, кремния, марганца, никеля и т. д.

Бронзы – это сплавы меди с оловом, алюминием, никелем, железом и другими элементами. Один из наиболее распространенных материалов художественных отливок.

По объему производства среди цветных металлов медь занимает третье место после алюминия. Свойства меди: температура плавления – 1 083 ^{o}C; плотность – 8,96 г/см^{3}, имеет гранецентрированную кубическую решетку с периодом a = 0,36074 нм.

Медь обладает высокими коррозионными свойствами, устойчива на воздухе, в морской и пресной воде и ряде химически агрессивных сред. Имеет хорошие технологические свойства, прекрасно полируется, паяется, сваривается. К недостаткам меди относится ее дефицитность, высокая стоимость, удовлетворительные литейные свойства.

Для изготовления фасонных отливок используют три группы медных сплавов: латуни, бронзы (оловянные и безоловянные).

Оловянные бронзы находят широкое применение в различных областях промышленности и для изготовления художественных изделий. Они имеют большой интервал кристаллизации (150–200 ^{o}C), что позволяет получать отливки сложной конфигурации без концентрированных усадочных раковин. Состав и свойства оловянных бронз приведены в табл. 1.4.

Температура заливки всех сплавов 1 125–1 150 ^{o}C.

Цвета и оттенки оловянных бронз приведены в табл. 1.5.

Безоловянные бронзы (табл. 1.6) по механическим, коррозионным свойствам не уступают оловянным, а некоторые превосходят их. Наиболее широко применяют алюминиевые. Основным легирующим элементом в этих бронзах является алюминий. Алюминиевые бронзы при всех своих достоинствах имеют существенные недостатки, а именно: склонность к обратной ликвации, окислению и газопоглощению; трудность пайки твердыми и мягкими припоями.

Алюминий повышает жидкотекучесть, железо вызывает рассеянную пористость, марганец и никель увеличивают газонасыщенность и уменьшают жидкотекучесть.

Ранее промышленность изготовляла бронзу для художественных отливок из отходов металлов и сплавов. Она содержала: Zn – 5–7%; РЬ – 1–4 %; и до 1,5 % примесей. Такой сплав обладает хорошими литейными свойствами, а отливки после обработки имеют «бронзовый вид».

Латуни. Латуни широко используют для получения литых ювелирных и художественных изделий (табл. 1.7).