



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технологии формообразования и художественная
обработка материалов»

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

«ИСТОРИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО МЕТАЛЛА: МЕТАЛЛЫ, ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЛИТЬЕ И КОВКА, ЮВЕЛИРНОЕ ИСКУССТВО»

Авторы
Никифоров Б.Т.,
Ансимов А.Ф.

Ростов-на-Дону, 2015



АННОТАЦИЯ

В учебном пособии рассматриваются основные виды художественного металла, его свойства и применение. Описаны свойства металлов, а также основные технологические операции получения заготовок и изделий. Рассмотрены основные технологии формообразования изделий. Особое внимание уделено художественному литью, истории его возникновения, технологии получения литейных форм и отливок. Достойное место занимают кузнечное дело и ювелирное искусство. С большой любовью описаны замечательные образцы ювелирных изделий, уникальные сооружения из различного металла, крупнейшие художественные отливки мирового значения.

Предназначено для специалистов, работающих в области художественной обработки металлов, а также профессиональных и самодеятельных художников, посвятивших свою жизнь декоративно-прикладному искусству.





АТОРЫ



Никифоров Борис Тимофеевич

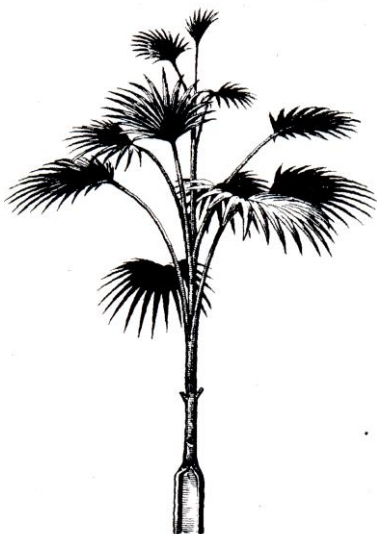
Кандидат технических наук, доцент Борис Тимофеевич Никифоров после окончания в 1957г. Рубцовского машиностроительного техникума в течение 10 лет работал на заводе Ростсельмаш; в этот же промежуток времени прошел службу в Советской Армии, окончил вечерний факультет Ростовского-на-Дону института сельскохозяйственного машиностроения, с которым в дальнейшем связал свою деятельность. С 1974 по 1991 год работал деканом факультета, выполнял обязанности заведующего кафедрой «Организации и управления» и кафедрой «Литье и художественная обработка металлов». Автор многочисленных учебников, учебных пособий и монографий.
Профессор ДГТУ.



Ансимов Александр Федорович

Трудовую деятельность Александр Федорович Ансимов начал в 1971 году мастером прессы Литвинского кирпичного завода. С 1971 по 1973 год служил в Советской Армии, а в 1973-79 гг. обучался в Ростовском-на-Дону институте сельскохозяйственного машиностроения. Научная деятельность связана с Северо-Кавказским научным Центром Высшей школы с 1988 года, где занимал должности старшего научного сотрудника, заместителя Председателя Совета по международным связям. В 2002-04 гг. являлся Директором представительства «Русский Алюминий» в г.Ростове-на-Дону. Имеет ряд научных публикаций. Интересуется искусством, нумизматикой, художественной ковкой и художественным литьем.





Кованая пальма

В конце XIX в. на Всероссийской промышленной выставке в Нижнем Новгороде был показан уникальный экспонат кузнецов Юзовского завода – кованая пальма. Она была выкована кузнецом А. Мерцаловым и его помощником – молотобойцем Ф. Шкариным всего за две недели.

Пальма сделана из одного рельса. Ее ствол несет на себе десять листков и вверху заканчивается венчиком. Высота этого подлинно художественного изделия 3м 53см. Молот и зубило – вот единственные инструменты, которыми пользовались кузнецы. Газеты писали: «Пальма поражает зрителей высотой, стройностью, удивительным изяществом. Ее темные, рассеченные листья, веером расходящиеся от ствола, были так легки, а тонкий шершавый ствол так гибок, что вначале было трудно поверить, что это не живое растение, вывезенное с Кавказского побережья, а тончайшее произведение искусства. Всем хотелось потрогать ее руками». В 1900г. кованая пальма была выставлена на международной промышленной выставке в Париже и получила премию «Гран-при». Сейчас эта пальма является экспонатом музея Горного института в Санкт-Петербурге [29].



Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
Раздел I. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО И ЮВЕЛИРНОГО ЛИТЬЯ	7
Глава 1. ПЕРЕХОД К ВЕКУ МЕТАЛЛА	7
Глава 2. МЕДЬ	11
2.1 Металлургия меди.....	11
2.2 Характеристика меди	13
2.3 Использование меди	14
Глава 3. МЕДНЫЕ СПЛАВЫ	23
3.1. Бронзовый век	23
3.2. Латунь	33
3.3. Бронза в искусстве.....	39
3.4. Медно-никелевые сплавы	53
Глава 4. МЕТАЛЛУРГИЯ ЖЕЛЕЗА	56
4.1. Земное (металлургическое) железо	56
4.2. Сыродутный процесс получения железа	57
4.3 Доменный процесс производства чугуна.....	64



ПРЕДИСЛОВИЕ

Прогресс и культура человеческой цивилизации неразрывно связаны с использованием металла. В глубокой древности в государствах Месопотамии, Египта, Индии, Китая были получены выдающиеся достижения в изготовлении металлических изделий. Последующие эпохи носят названия металлов: медный, бронзовый, железный век. В настоящее время и в обозримом будущем в художественном производстве металлам будет принадлежать ведущая роль.

Металлы и сплавы, обладая великолепными свойствами по сравнению с другими материалами – прочностью, литейными и пластическими свойствами, остаются основным поделочным материалом при производстве художественных и ювелирных изделий и изделий декоративно-прикладного назначения.

В монографии рассматривается металл как материальная основа художественных изделий. Сделана попытка гармонизировать научные взгляды по строению и свойствам металлов, историю его использования в разные эпохи и в разных странах, технологические способы изготовления художественных и ювелирных изделий. Книга состоит из четырех разделов. В первом разделе приводятся сведения о художественном металле, начиная с познания человеком металла и применения его на протяжении многих поколений для производства художественных и ювелирных изделий. Во втором разделе показана история развития и технология художественного литья, в третьем – художественнойковки, а в четвертом авторы знакомят читателя с ювелирным искусством.

Издание широко иллюстрировано. Авторы, влюбленные в металл, стремятся показать его широкие возможности на службе человеку: это и высотные здания, и скульптурные произведения, и ювелирные украшения.

Читатель, заинтересовавшийся вопросами художественного металла, может углубить свои знания, воспользовавшись специальной литературой, приведенной в библиографии.



РАЗДЕЛ I. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО И ЮВЕЛИРНОГО ЛИТЬЯ

ГЛАВА 1. ПЕРЕХОД К ВЕКУ МЕТАЛЛА

За 100 000 лет до настоящего времени человек открыл способ добычи огня и использовал его в быту.

До познания металла человек научился распознавать некоторые минералы по внешним привлекающим цветам: ярко-красным, зеленым, синеватым и др. Так, среди камней, горных пород выделялись:

- желтоватый, буро-зеленый серпентин $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_8$;
- небесно-голубая или голубовато-зеленая бирюза (минерал класса фосфатов $CuAl_6[PO_4]_2 \cdot [OH]_8 \cdot H_2O$);
- ярко-зеленый с оттенками малахит (минерал класса карбонатов $CuCO_3 \cdot Cu(CO)_2$);
- темно-синий, в землистых массах голубой азурит (лазурь, медная синь) – минерал класса карбонатов $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$;
- буровато-красный гематит (минерал класса простых оксидов Fe_2O_3 – красный железняк с примесями Ti, Al, Mn и др.

Малахитовые бусы были обнаружены в древнем поселении в Анатолии около 7000 лет до н. э.

Куски азурита нашли на острове Крит около 6 000 лет до н.э.

Минералы: ярко-зеленый малахит и обладающий металлическим блеском галенит (свинцовый блеск PbS) – широко применялись в древности для окраски глазниц.

Некоторые минералы красных цветов, как ярко-красный реальгар, As_4S_4 , наделялись магическими свойствами.

Открытие металла относится ко времени нового каменного века (неолита, около 8-3 тыс. лет до н. э.).

Первыми от охоты и рыболовства к скотоводству и от собирательства к земледелию в конце мезолита (10-5 тыс. лет до н. э.) перешли племена, заселявшие плодородные области Месопотамии, долину Нила, Палестину и юг Средней Азии. Каменные орудия, которыми пользовались древние земледельцы, не позволяли добиваться хороших результатов в обработке почвы и получения высоких урожаев. Появление в IV тысячелетии медных орудий позволило значительно повысить



История художественного металла

производительность труда как в предгорных районах, так и на наносных землях в долинах Евфрата, Нила, Инда, Хуанхэ.

Открытие металлов в жизни общества было столь значительным, что целые исторические эпохи названы медной и железной.

По представлению древних людей металлы имели таинственную связь с небесными светилами, так как и тех, и других в древности было известно по семи. Поэтому в древних книгах металлы часто именуются названиями планет:

золото – Солнцем, серебро – Луною, медь – Венерой,
олово – Юпитером, свинец – Сатурном, железо – Марсом,
ртуть – Меркурием.

При изготовлении каменных орудий люди натолкнулись на самородки металла, и в первую очередь на медные, так как они в то время имели широкое распространение.

Самые древние металлические изделия найдены на холме Чайоню-Тепеци (верховья реки Тигр), возраст по радиоуглероду 9200 ± 200 и 8750 ± 250 лет до н. э.: проволочные булавки, четырехгранное шило, сверла, бусы из меди. [Высказывались предположения, что они изготовлены из самородной меди, однако спектральный анализ шила показал содержание 0,8% As, что вносит определенные сомнения о самородном происхождении меди. Остальные же предметы анализированы не были].

В IV тысячелетии до н.э. примерно в одно и то же время в различных местах Азии, Северо-Восточной Африки и Европы человеку стали известны такие металлы, как Au, Cu, Ag, Pb, Sn.

Наибольшее значение в хозяйственной жизни человечества сразу же приобрела медь, которая сначала без примесей, а затем в сплавах с другими металлами (чаще всего с Sn) оставалась важнейшим металлом до того, как была освоена металлургия железа.

Первые изделия из металла, имевшие хозяйственное значение, были изготовлены из самородной меди. Медь по своей твердости уступает кремнию, обсидиану (вулканическому стеклу) и другим породам камня, которыми пользовался человек для изготовления орудий труда в период каменного века. Но она обладала и огромными преимуществами. Даже в холодном виде можно ковкой изменять форму медного предмета; если же медь расплавить, то можно придать ей такую форму, которую камню придать нельзя.

Для того чтобы сделать шлифованный каменный топор, необходимо было затратить недели, а то и месяцы напряженного



История художественного металла

труда; из меди же его можно было сделать значительно быстрее и с большей легкостью.

Сломанное каменное орудие почти не поддавалось исправлению, медное же можно было переплавить.

Такие важнейшие для человека того времени предметы, сделанные из меди, как кинжалы, топоры, наконечники для копий, рыболовные крючки, иглы, деревообрабатывающие инструменты, художественные и ювелирные изделия и многие другие, оказывались, несомненно, более совершенными, чем сделанные из камня. Кроме того, из меди можно было изготовить такие предметы, которые из камня изготовить вообще нельзя (трубы, проволоку, гвозди и т. д.).

Использование самородных металлов известно человечеству с VI-V тысячелетий до н.э.

Но начало века металла следует считать с IV тысячелетия, когда в Передней Азии, Египте, Индии и других странах была освоена выплавка меди из руд. Период IV-III тысячелетий до н.э. – это период неолита, т.е. медно-каменного века. [«Энелит» – термин, образованный от латинского слова «энеус»-медный и греческого слова «литос»-камень].

Переход к веку металла в Европе произошел в III тысячелетии до н.э.

Развитие металлургии началось на Северном Кавказе (Майкоп: медные топоры, тесла, ножи, кинжалы XXVI-XXIII вв. до н.э., как и на Крите и Двуречье для этого времени), на Среднем и Нижнем Дунае, Днестре, в Рудных горах Средней Европы, Северной Испании и др., на Дону и Средней Волге.

Пиренейский полуостров в период энеолита являлся едва ли не самым значительным центром медно-рудного производства. Археологи находят медную руду, обломки глиняных тиглей для плавки меди, слитки меди, приготовленные для обмена, груды шлака и битых тиглей.

Первоначально для выплавки металла разрабатывали только окисленную руду (малахит, азурит, касситерит SnO_2 и др.) с богатым содержанием меди и олова.

Форма и метод выработки руд зависели от условий залегания рудного тела. Выработки направлялись только по рудоносным жилам, оставляя не тронутыми пустую породу.

Рыхлые руды добывали простым «кайлованием» отбойниками и топорами, изготовленными из вязких третичных пород и кварцитов.

В плотных рудах, не поддающихся кайлованию,



История художественного металла

употреблялся метод огневой проходки. На поверхности жилы или в глубине перед забоем разводили костер, и когда порода раскалялась, ее поливали водой. Каменными кирками, кайлами разрыхленную породу откалывали и деревянными лопатами насыпали в кожаные мешки, затем поднимали на поверхность земли.

Вместе с огневой проходкой использовали также подбой, следы которого сохранились, например, в районе Джезказгана (в Казахстане). Под площадку, на которой залегал крупный рудный камень, древние рудокопы делали подкоп, после чего ударами кварцитового молота отбивали нависшую над подкопом руду.

При проходке глубоких штолен древние рудокопы оставляли так называемые целики, которые предохраняли кровлю от оседания, иногда применяли деревянные подпоры. Тем не менее, шахты нередко обваливались и засыпали рудокопов. Об этом говорят находки в коях человеческих костей с еще уцелевшими кожаными мешками, наполненными рудой.

На поверхности земли, в стороне от места выработки, обычно у протоков весенних вод или специальных ям-водосбросов руду дробили каменными молотками и рудодробилками, затем промывали. Вода была необходима для «мокрого» обогащения – первичного отделения руды от породы. Мелко дробленную руду сгребали деревянными лопатами или лопаткой крупного животного и в кожаных мешках уносили на поселение, на место плавки.

Плавили руду непосредственно на поселении или недалеко от него. Для плавки устраивали плавильные печи типа горна, о чем подробнее будет сказано ниже. Для плавки руды использовали древесный уголь, в качестве флюса – кварц, охру и др.



ГЛАВА 2. МЕДЬ

2.1 Металлургия меди

Освоение человеком меди происходило по следующей схеме [59]:

1. Использование самородной меди сначала ковкой в холодную, а затем с предварительным отжигом.
2. Получение меди путем плавки руд.
3. Сплавление меди с другими металлами.



Рис.1. Медь самородная

Ковкой в холодную, согласно экспериментам Г.Г. Коглена, можно придать форму лишь малым по величине предметам: шилу, булавкам, проволоке, крючкам, наконечникам стрел, ножам, требовавшим небольшойковки и шлифовки, и то используя самородки пластичной формы.

В районе Верхнего озера в США из самородной меди, рис.1, изготавливались различные предметы (3000-1400 гг. до н. э.). Изучение микроструктуры показало, что их изготавливали путемковки из самородков с предварительным отжигом.

Во второй фазе человек начал использовать медь, получаемую восстановительной плавкой ее из руд-минералов, первоначально из окисленных, например, из малахита.

Окисленные руды не требовали предварительного обжига по сравнению с сульфидными рудами, обжиг которых необходим для удаления химически связанной серы.

Опыты показывают, что при недостаточном доступе кислорода в печи в смеси малахита с углем последний сгорает, образуя окись углерода по реакции $2C + O_2 \Rightarrow 2CO$; одновременно под воздействием температуры происходит разложение минерала малахита на карбонат меди, воду и частичное восстановление меди: $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \Rightarrow CuCO_3 + H_2O + Cu$.



История художественного металла

Восстановление меди из ее карбоната под воздействием окиси углерода протекает по реакции $\text{CuCO}_3 + \text{CO} \Rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{Cu}$.

При избытке кислорода древесный уголь сгорает до CO_2 полностью: $\text{C} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2$, и восстановления меди из ее природного карбоната не происходит.

Рассмотрим гипотезы, которые высказывались по вопросу плавки меди:

1. Плавка меди в лагерном костре. Как только что было показано, для восстановительной плавки меди должна быть:

- высокая температура, без дутья которую достичь очень трудно (нужен, например, сильный ветер);
- руда должна быть перемешана и покрыта древесным углем, для создания восстановительной атмосферы.

Опыты Коглена показывают, что в открытом костре даже при достаточно высокой температуре восстановительная способность среды оказалась недостаточной, и малахит превращался в окись меди CuO .

Гипотеза открытия металлургии меди в результате случайного попадания кусков руды в лагерный костер не отвечает действительности.

2. Плавка самородков в тигле. Чтобы переплавить самородок нужна температура примерно 1084°C . Древние печи для обжига керамики с температурой 1100°C были обнаружены в Тепе-Гавра (Северная Месопотамия), в Сузах (Иран), в Египте в период 5000-3400 гг. до н. э. Поэтому древние мастера умели плавить медь в виде самородков до того, как они научились получать ее плавкой из руд.

Восстановительная плавка меди из малахитовых руд. Плавку производили в печах примитивного типа, например, глиняный тигель с рудой и углем помещался в неглубокую ямку с насыпанным поверх слоем древесного угля. В этих случаях, несомненно, могла быть достигнута температура, необходимая как для восстановительной плавки руды, так и для получения расплава меди, т.е. температура не ниже 1084°C .

На рис.2 показана карта распространения металлов на земном шаре [52].

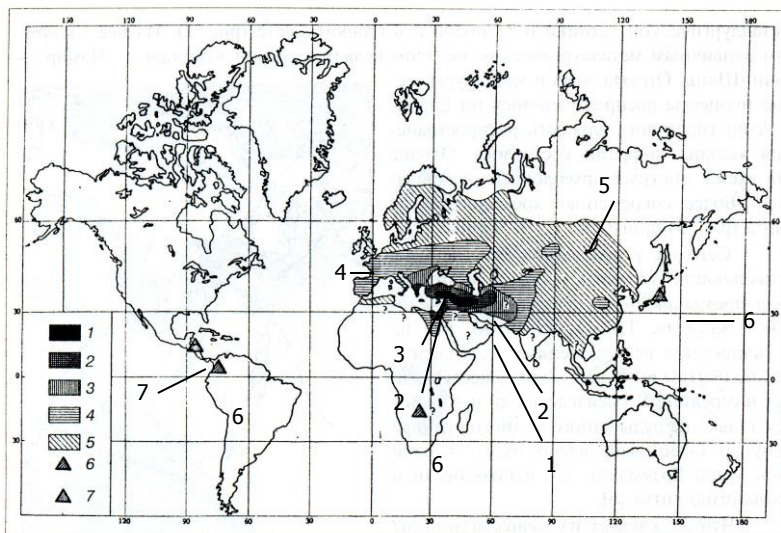


Рис.2. Хронология распространения металла:

1 – VII-VI тыс. лет до н. э.; 2 – V тыс. лет до н. э.; 3 – IV тыс. лет до н. э.; 4 – III тыс. лет до н. э.; 5 – II тыс. лет до н. э.; 6 – I тыс. лет до н. э.; 7 – I тысячелетие н. э.

Кроме малахита в качестве руды мог использоваться не столь приметный черный или землистый тенорит CuO .

2.2 Характеристика меди

Чистая медь – тягучий вязкий металл светло-розового цвета, легко прокатывается в тонкие листы; хорошо проводит теплоту и электрический ток, уступая в этом отношении только серебру. Кристаллическая решетка гранецентрированная кубическая с периодом a , равным $0,36074 \text{ нм}$. Плотность меди $8,94 \text{ г/см}^3$; температура плавления 1083°C . В сухом воздухе медь почти не изменяется, так как образующаяся на ее поверхности тончайшая пленка оксидов CuO , Cu_2O , придающая меди более темный цвет, служит хорошей защитой от дальнейшего окисления. Но в присутствии влаги и диоксида углерода поверхность меди покрывается зеленоватым налетом карбоната гидроксомеди $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. При нагревании на воздухе в интервале температур $200\text{--}375^\circ\text{C}$ медь окисляется до черного оксида CuO . При более высоких температурах на ее поверхности



История художественного металла

образуется двухслойная окалина: поверхностный слой представляет собой черный оксид CuO , а внутренний – красный оксид меди Cu_2O .

В химическом отношении медь является малоактивным металлом. Однако с галогенами (F, Cl, Br, J, At) она реагирует уже при комнатной температуре, например, с влажным хлором образует хлорид CuCl_2 , а с серой при нагревании образует сульфид Cu_2S . Соляная и разбавленная серная кислота на медь не действуют. Летучие соединения меди окрашивают пламя газовой горелки в сине-зеленый цвет.

2.3 Использование меди

В художественной промышленности из меди производят изделия методом штамповки, дифовки и чеканки. Она легко принимает самую разнообразную форму, допускает выколотку высокого рельефа, рис.3.

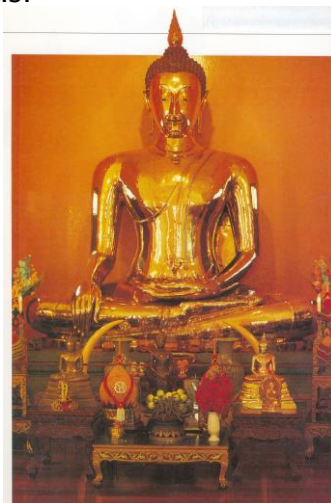


Рис.3. Медный барельеф Будды – символ суверенитета Шри-Ланки

Методом волочения можно получить проволоку диаметром до 0,02 мм. Из меди, как и из золота и серебра, можно легко изготавливать тончайшие филигранные изделия, рис.4,5.



История художественного металла



Рис.4. Шапка Казанская, 1552 год



Рис.5. Оклады евангелий, XII и XV вв.

Медь хорошо подвергается шлифовке и полировке, но плохо пилится напильником, также плохо точится, сверлится и фрезеруется.

Применение чистой меди во многих случаях обуславливается ее исключительно высокой пластичностью и вязкостью, позволяющей из листов сравнительно небольшой толщины (0,8-1,2 мм) получать путем выколотки сложные объемные формы.



История художественного металла



Рис. 6. Статуя Свободы. 1886 год, США

Знаменитая американская статуя Свободы, рис.5, высотой 46 м и весом 205 т, созданная французским скульптором Бартольди и инженером Эйфелем, имеет внешнюю видимую оболочку из меди толщиной 2,4 мм, рис. 6.

Листовой медью покрывали крыши замков, монастырей и других зданий, рис.7.

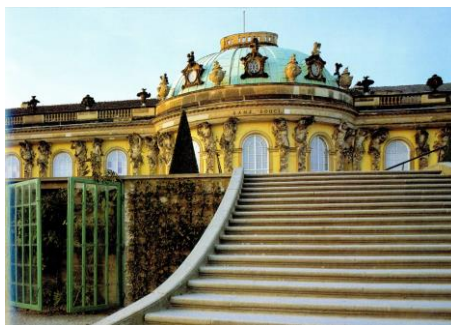


Рис. 7. Дворец Сансуси в Подсдаме, Германия. Крыша купола дворца покрыта листовой медью

Эти свойства чистой меди (в основном пластичность и антикоррозийность) сделали ее основным материалом для дифовочных работ при изготовлении крупных скульптурных и орнаментальных композиций для интерьера, рис.8. Медь хорошо спаивается мягкими и твердыми припоями, хорошо серебрится и золотится; эмаль, нанесенная на медь, хорошо держится, не трескается и не отскакивает.



История художественного металла

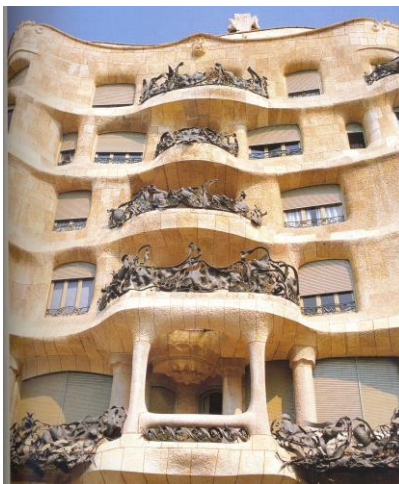


Рис.8. Дом Каса Мила Антонио Гауди.
Причудливые кованные решетки выполнены по его эскизам.
Барселона, Испания

Медь является прекрасным материалом для выполнения гравюр. Непревзойденным мастером выполнения гравюр по меди является основоположник немецкого искусства Возрождения Альбрехт Дюрер (1471-1528 гг.), рис.9.



Рис.9. Альбрехт Дюрер
(1471-1528). Автопортрет, гравюра на меди

Из трех гравюр «Всадник, смерть и дьявол» (1513), «Св. Иероним» и «Меланхолия» (1514), знаменующих вершину его



История художественного металла

творчества, где маленький лист станковой гравюры трактуется как большое монументальное произведение искусства, здесь приводится только первый лист: «Всадник, смерть и дьявол». Одетый в кольчугу и шлем, вооруженный мечом и копьем, сильный и спокойный всадник едет на мощном коне, не обращая внимания на уродливого дьявола, который силится удержать его коня, на страшную смерть, показывающую ему символ времени – песочные часы, на то, что под ногами лошади, на земле, лежит человеческий череп. Поступь коня неустойчива и уверенна, лицо человека исполнено воли и внутренней сосредоточенности, рис.10.



Рис. 10. «Всадник, смерть и дьявол»

В декоративно-прикладном и ювелирном производстве медь использовалась в качестве материалов для изготовления разнообразных изделий. На рис.11, 12. показаны изделия прикладного назначения.



История художественного металла



а



б



в

Рис. 11. Медные изделия:

а - самовар-чайник. Середина XIX в. Россия.

Медь, Ростовский-на-Дону краеведческий музей; б - Три памятных тарелки Серебро, латунь, медь. Фирма Фаберже, 1914г.

в - Медная кастрюля. Фирма Фаберже, 1914г.:



Рис. 12. Вазочка с птицей Сирин.

На медной патинированной вазе изображена сидящей мифическая птица Сирин в виде полуобнаженной женской фигуры в кокошнике, с расправленными крыльями. Фирма Фаберже, 1908-1917 гг.

Медь хорошо плакируется (покрывается) методом совместной горячей прокатки серебром. Из плакированного относительно дешевого по сравнению с чистым серебром материала выделялись красивые разнообразные изделия.

В конце XIX – начале XX вв. в технике накладного серебра работала в Варшаве фирма «Фраже» – «новое серебро» – такое название получили многообразные предметы сервировки стола: вазы, яйцеварки, сахарницы самых немыслимых конфигураций, солонки и перечницы, столовые приборы, совочки для уборки со стола хлебных крошек, рис.13.



Рис.13. Ваза. Нач. XX. Россия. Фраже.
Ростовский-на-Дону краеведческий музей [45]

Из водного раствора медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ методом гальванопластики из практически чистой меди получают художественные изделия, в частности, медали, рис.14.



Рис.14. Медная медаль в честь договора князя Игоря с греками. Конец XVIII в. Музей исторических драгоценностей Украины [28]

В чистом виде медь для отливок применяется сравнительно редко, рис.15,16.



Рис.15. Крест. Кон. XIX в. Россия. Медь. Литье.
Ростовский-на-Дону краеведческий музей



Рис. 16. Складень трехстворчатый "Спас Смоленский.
Избранные святые", XVIII в.

Для отливок используются сплавы меди с оловом и другими компонентами (Al, Si, Mn, Pb, Fe и пр.), называемые бронзами, и сплавы меди с цинком, называемые латунями.



ГЛАВА 3. МЕДНЫЕ СПЛАВЫ

3.1. Бронзовый век

Важнейшими из производственных достижений во II тысячелетии до н.э. были широкое введение в употребление бронзы (сплава меди и олова) и применение лошади в качестве средства транспорта.

В Двуречье начали сплавлять медь с иранским оловом, во всяком случае, к концу III тысячелетия до н.э., но бронзовые изделия начинают появляться около этого же времени и в других местах.

Бронза куется значительно хуже, чем медь, и изделия из бронзы более хрупки. Но эти недостатки бронзы с избытком покрываются ее важными преимуществами, обеспечившими относительно быстрое ее распространение: бронза тверже меди и в меньшей мере подвержена коррозии. Температура плавления бронзы значительно ниже, чем меди, а литейные качества несравненно выше; эти обстоятельства, учитывая уровень технических знаний древнего человека, должны были сыграть огромную роль.

Если медные руды встречаются редко, то залежи оловянных руд встречаются еще реже; сочетание же тех и других в одном районе является исключением. Вследствие этого бронза долго была сравнительно редким и дорогим металлом.

Но в течение II тысячелетия возникают многочисленные центры производства бронзы во многих областях Европы и Азии, а также в Египте. Уже в первой половине II тысячелетия до н.э. в большинстве стран, население которых знало использование металлов, бронза решительно преобладала перед медью.

Мышьяковистая бронза. Наиболее древняя выплавка мышьяковистой меди относится к середине V тысячелетия до н.э. в местечке Тепе-Яхья, на юго-востоке Ирана, в Закавказье с IV тыс. до н.э., в Германии, Испании, Португалии с III тысячелетия до н.э. Мышьяк в медных сплавах улучшал их физико-механические свойства. Уже 0,5% As улучшает ковкость в холодном состоянии, дает возможность получать более плотные отливки, увеличивает жидкотекучесть, что облегчает получение плотных отливок в рельефных формах. С увеличением содержания As до 8% пластичность не ухудшается, а выше этого предела пластичность падает, и сплав становится хрупким. На рис.17 показана диаграмма состояния Cu – As.

Phase diagram of the Cu-As system showing temperature (°C) versus composition (at. % As). The diagram illustrates the liquidus, solidus, and phase regions for the Cu-As system. Key features include:

- Temperature Axis:** 200, 400, 600, 800, 1000 °C.
- Composition Axis:** 0, 10, 20, 30, 40, 50 at. % As.
- Key Temperatures:** 1080°C, 827°C, 728°C, 688°C, 580°C, 380°C, 300°C.
- Phase Regions:**
 - α (Cu-rich solid solution)
 - β (Cu₃As)
 - γ (Cu₂As)
 - δ (CuAs)
 - ϵ (Cu₃As + Cu₂As + As)
 - ζ (Cu₂As + As)
 - η (CuAs + As)
 - θ (Cu₃As + As)
 - ι (Cu₂As + Cu₃As + As)
- Key Compositions:** 6.85, 16.4, 28.2, 38.0, 46 at. % As.

24



История художественного металла

с хорошими механическими свойствами. Такое резкое изменение окраски и свойств металла при введении малых добавок было, несомненно, одним из источников, питавших позже алхимиков в их представлении о трансмутации металлов и о «философском камне», малое количество которого «совершенствует» большое количество металла.

При использовании мышьяковистых минералов было замечено, что выделяющиеся при плавке соединения мышьяка отрицательно сказываются на здоровье плавильщиков, так как соли мышьяка ядовиты.

Оловянная бронза. Переход от медно-мышьяковых сплавов к медно-оловянным был постепенным, и первоначально олово присаживали к меди совместно с мышьяком. Этим, видимо, объясняется, что в странах на Ближнем Востоке и в некоторых других регионах в начальном периоде «бронзового века» оловянная бронза содержит небольшое количество олова и притом совместно с мышьяком. Исключением являются древние бронзы Таиланда и Пакистана, не содержащие мышьяка, табл. 1.

Таблица 1
Сведения о древнейших медно-оловянных предметах

Страна	Памятник	Предметы	Датировка (гг. до н.э.)	Олово, %	Мышьяк, %
Таиланд	Бан Чианг	Кинжал	3600	2,5	-
Иран	Тепе-Яхья	Кинжал	3000	3,0	1,1
Азербайджан	Бабадервиш	Крючок	3000-2500	0,97	1,3
Иран	Ур	Лезвие	2800-2500	2,40	-
Турция	Троя II	Лезвие	2500-2000	2,18	0,97
Пакистан	Мохенджо Дар	Лезвие	2100-1700	1,2	-
Египет	Гробница Тутанхамона	Лезвие	2000-1800	1,8	Следы
Англия	Игминтон	Кинжал	1700	1,54	2,9

Выплавка олова из его природной окиси-касситерита SnO_2 с древесным углем довольно проста, и выплавленное олово может быть добавлено к выплавленной меди для получения бронзы.

Другой вариант возможного получения бронзы – совместная плавка медных руд, предварительно смешанных с касситеритом. Таким путем можно получать сплавы с различным содержанием олова (так как чистый касситерит содержит почти 80% олова).



История художественного металла

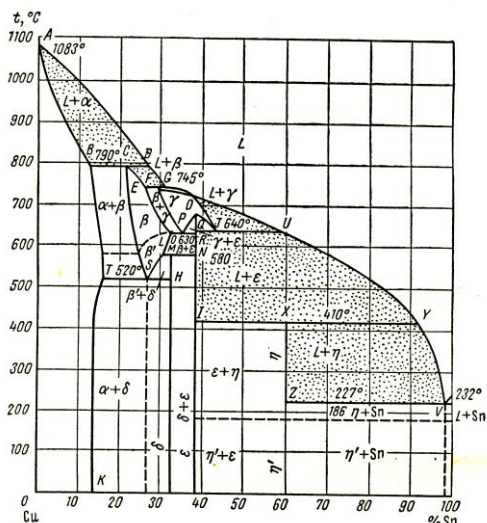


Рис. 18. Диаграмма состояния Cu-Sn

Древние металлурги при примитивной технологии установили, что содержание олова в сплаве делает металл более твердым и хрупким, а уменьшение – мягким и пластичным. Поэтому для ударных орудий в медную основу обычно добавляли 4% Sn, для рубящих и режущих – от 5 до 9% Sn, для колющих и некоторых типов строительных орудий – от 9 до 12% Sn и выше. Украшения также содержали высокий процент олова. Серпы же имеют малый процент олова, так как при большом содержании олова тонкое лезвие быстро выходило из строя, становилось ломким и выкрашивалось.

Многовековой опыт изготовления изделий из бронзы, задолго до установления диаграммы состояния Cu-Sn (рис.18), достаточно точно установил для определенных изделий конкретное содержание Sn, что находится в полном соответствии с диаграммой состояния Cu-Sn, табл.2.



Таблица 2

Состав специальных (функциональных) бронз

Назначение бронзы	Cu, %	Sn, %	Zn, %	Pb, %	Прочие, %
Оружейная	89-91	9-11	2	1,5	
Колокольная	77-80	20-23	1-25	1-4	0,6-2,0Ni; 0,1 0,1-1,5Ag
Китайские гонги и тамтамы	80	20			
Японский колокольный металл	62,5	25	9,38		3,12Fe
Колокольчики с серебряным звоном	40	60			
Зеркальная	66,67	33,33			
Старые китайские зеркала	80,88			9,7	8,4Sb
Японские и китайские бронзы с черным цветом	82-90			10-18	
Монетная:					
- оловянная	95	4	1		
- алюминиевая	91,5				8,5Al

Новейшие художественные бронзы имеют следующий состав, %:

Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Fe
80-90	3-8	1-10	1-3	-	-

Например, «Медный всадник» имеет следующий состав, %:

1-я заливка	89,90	7,53	2,45	0,11	0,125	0,09
2-я заливка	91,10	7,46	1,92	0,08	0,13	0,08

Химический состав и назначение художественных бронз показано в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав, %, и назначение художественных бронз

Марка	Sn	Zn	Pb	Cu	Примеси (Sb, Fe, Al)	Назначение
БХ1	4-7	5-8	1-4	Ост.	3,0	Отливки бюстов, статуй
БХ2	1-5	8-13	1-6	Ост.	3,0	Крупное декоративное литье
БХ3	0,5-3,0	25-35	1-3	Ост.	3,0	Мелкое литье

Как литейный материал бронза обладает высокой жидкотекучестью, она хорошо заполняет самые сложные формы,



История художественного металла

имеет небольшую усадку, выдерживает различные виды обработки (ковку, чеканку, резание, гравировку), имеет красивый цвет и высокую коррозионную стойкость.

Со времен древних римлян мы находим бронзы, содержащие кроме меди и олова некоторое количество цинка. Присадку цинка к художественной бронзе следует признать весьма желательной, так как он понижает температуру плавления, делает бронзу более жидкоплавкой и лучше заполняющей литейную форму. При этом следует учитывать, что излишнее количество цинка (более 8-10%) удешевляя бронзу, значительно понижает ее положительные качества: бронза теряет свой красивый красноватый или золотистый цвет, становится желтоватой и покрывается на открытом воздухе темным налетом.

Кроме цинка в художественных бронзах постоянным вспомогательным легирующим компонентом является свинец. Главным назначением свинца в указанных сплавах является улучшение их механической обрабатываемости; стружка становится ломкой, бронзовые изделия хорошо поддаются чеканке.

Бронзы, содержащие олово, являются широко интервальными сплавами, дают незначительную усадку (в пределах 1%), хорошо заполняют литейную форму и дают отчетливый отпечаток, обладают высокой коррозионной устойчивостью и замечательными эстетическими качествами. Слишком большое содержание цинка в бронзе способствует его испарению и получению пористой отливки. Бронзы рационального состава должны под воздействием атмосферных условий покрываться красивым налетом углекислых солей, называемых патиной. Первоначально образуется сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, который с течением времени превращается в $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$. В некоторых случаях присутствует небольшое количество карбоната $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Поблизости от морского побережья возникает основной хлорид $\text{CuCl}_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Присадка к бронзе от 1 до 3 % свинца, не влияя заметно на цвет изделия, несколько повышает жидкотекучесть и облегчает обработку пуансоном и грабштихелем.

В XII-XVII вв. в Древней Руси отливки производились из сплава «спруда», состоящего из меди, олова, цинка и, возможно, свинца.

В XV-XVII вв. отливки производили из красной меди с оловом, с XVIII в. – из желтой меди (бронзы с добавлением



История художественного металла

цинка). С середины XIX в. для отливок памятников применялась «сукрасная бронза», в состав которой входила цинковая лигатура (до 5%). В конце XIX в. широкое применение для художественного литья нашла бронза, состоящая из 82% Cu, 13,5% Zn, 3% Sn и 1,5% Pb.

В Западной Европе для художественного литья применялись бронзы, по составу аналогичные бронзам, имевшим место на Руси.

На рис.19 показан балдахин собора Святого Петра в Ватикане; колонны, носящие название «Соломоновых столбов», имеют высоту 26м.



Рис.19. Витые «Соломоновы колонны» (темного цвета) 26-метрового балдахина, выполненные из бронзы (а) и их расположение в соборе Святого Петра (б) [19]

Специальные бронзы. Сплавы меди с различными компонентами, такими как алюминий, бериллий, кремний, свинец и др., называются специальными бронзами. Специальные бронзы отличаются высокими механическими, литейными, эстетическо-декоративными и специальными свойствами и во многих случаях могут успешно заменять дефицитные оловянные бронзы.

Высокими литейными и декоративными свойствами обладают следующие бронзы: БрОЦС4-4-2,5 (деформируемая), БрО5Ц5С5 (литейная), БрА5, БрА7 (алюминиевые), БрКМц3-1 (кремниевая), БрБ2 (бериллиевая), БрОЦС6-6-3 (нестандартная).



Сплавы меди с бериллием отличаются уникальным благоприятным сочетанием в них высоких прочностных и упругих свойств, высокой электро- и теплопроводности, высокого сопротивления разрушению и коррозионной стойкости. Бериллий обладает в меди уменьшающейся с понижением температуры растворимостью, поэтому бериллиевые бронзы термически упрочняются.

После закалки с температур, соответствующих α -области ($\sim 780^\circ\text{C}$), структура бериллиевых бронз представлена пересыщенным α -твёрдым раствором. В закаленном состоянии бериллиевые бронзы отличаются высокой пластичностью и технологичностью, достаточной для холодной обработки давлением. Не содержащие олова алюминиевые и кремниевые бронзы имеют хорошие декоративные свойства и высокую коррозионную стойкость.

Для улучшения механических и технологических свойств в состав бронз вводят дополнительные элементы (Zn, Ni, Mn, P) и другие компоненты [31]. Так, в оловянных бронзах цинк повышает механические свойства и жидкотекучесть, свинец улучшает антифрикционные свойства и обрабатываемость резанием, фосфор повышает антифрикционные свойства и жидкотекучесть.

В алюминиевых бронзах железо и марганец улучшают механические свойства, повышают антикоррозионную стойкость; никель улучшает механические свойства, сообщает жаропрочность и антикоррозионность.

В оловянных бронзах содержится обычно до 10% Sn, а также для улучшения механических и литейных свойств, облегчения механической обработки и удешевления дополнительно вводят Zn, Pb, P, Ni.

Обработке давлением поддаются лишь некоторые бронзы, содержащие не более 8% Sn (табл. 4).



Таблица 4

Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением (ГОСТ 5017-74)

Марка	Химический состав (основа Cu), %		
	Sn	P	Прочие
БрОФ8-0,3	7,5-8,5	0,26-0,35	0,10-0,20 Ni
БрОФ7-0,2	7,0-8,0	0,10-0,25	—
БрОФ6,5-0,4	6,0-7,0	0,26-0,40	0,10-0,20 Ni
БрОФ6,5-0,15	6,0-7,0	0,10-0,25	—
БрОФ4-2,5	3,5-4,0	0,20-0,30	—
БрОФ2-0,25	1,0-2,5	0,02-0,3	—
БрОЦ4-3	3,5-4,0	—	2,7-3,3 Zn
БрОЦС4-4-2,5	3,0-5,0	—	3,0-5,0 Zn; 1,5-3,5 Pb
БрОЦС4-4-4	3,0-5,0	—	3,0-5,0 Zn; 3,5-4,5 Pb

Литейные оловянные бронзы базируются на системах Cu–Sn и Cu–Sn–Zn–(Pb). Они характеризуются широким температурным интервалом кристаллизации ($\Delta t_{кр}=180^{\circ}\text{C}$) и значительной растворимостью олова в твёрдом состоянии. Это создаёт большую склонность к дендритной ликвации; в обычных условиях литья неравновесная β -фаза (твёрдый раствор на основе интерметаллида Cu_5Sn) появляется в структуре при концентрации более 7–8% Sn. При охлаждении β -фаза претерпевает эвтектоидное превращение $\beta \rightarrow \alpha + \gamma$ при 586°C , затем $\gamma \rightarrow \alpha + \delta$ при 520°C и $\delta \rightarrow \alpha + \epsilon$ при 350°C . Таким образом, структура бронз, содержащих менее 8% Sn, представляет собой α -твёрдый раствор дендритного строения с неравновесным распределением компонентов вследствие дендритной ликвации.

Структура сплавов с концентрацией более 8% Sn состоит из α -фазы и эвтектоида $\alpha + \delta$. Появление эвтектоида δ ($\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$) вызывает возрастание твёрдости и прочности сплавов; максимум этих значений достигается при 20–25% Sn.

Пластичность сплавов с увеличением содержания олова сначала возрастает и достигает максимума при 5–7% Sn, а затем быстро снижается до малых значений при 12–15% Sn. Это предопределяет величину содержания олова в бронзах: в сплавах общего назначения верхний предел равен 6–10% Sn, а в высокопрочных бронзах – до 16–19% Sn. В действующий ГОСТ включены бронзы с содержанием олова не свыше 10%, что связано с необходимостью экономного легирования). Нижний предел легирования (2–3% Sn) определяется необходимостью



получения минимального растворного упрочнения.

Из-за большого температурного интервала кристаллизации оловянные бронзы обладают умеренной жидкотекучестью, значительной усадочной пористостью и очень небольшой усадочной раковинкой. По этой причине литьё бронзы в песчаные формы даёт малую линейную усадку ($\sim 0,8\%$), что позволяет получать чёткое воспроизведение рельефа формы в сложных фасонных отливках с резкими переходами от толстых сечений к тонким. Отливки в кокиль получаются более плотными, и линейная усадка возрастает до 1,4-1,6%.

В большинстве случаев горячеломкость отливок из оловянных бронз невелика и вызывается главным образом наружной коркой. Чисто оловянные бронзы в настоящее время не применяются, в них вводят различные добавки, улучшающие механические, технологические и служебные характеристики.

Фосфор вводят в количестве 0,10–0,40%. Он является интенсивным раскислителем медных сплавов и сильным упрочнителем как по растворному типу, так и вследствие образования интерметаллидных соединений (Cu_3P , Ni_3P).

Цинк является одной из основных добавок в оловянных бронзах; он вводится в количестве 2–12% и благотворно влияет на комплекс свойств. Кроме того, цинк позволяет экономить более дефицитное и дорогое олово и частично заменяет медь. Цинк входит в твёрдый раствор и при постоянном содержании олова несколько улучшает прочность и пластичность сплавов; в оловянно–свинцовых бронзах он также улучшает равномерность распределения свинца. При введении цинка возрастает коррозионная стойкость бронзы в морской воде. Частичная замена олова цинком заметно уменьшает $\Delta t_{\text{кр}}$. Это приводит к улучшению литейных свойств: повышается жидкотекучесть, возрастает плотность отливок, уменьшается склонность к обратной ликвации. Наиболее удачное сочетание содержания олова и цинка: 5-6% Sn и 5-6% Zn (например, бронза БрО5Ц5С5).

Свинец может быть основным компонентом в свинцовых бронзах (БрС30) или вспомогательным в оловянных бронзах (БрО10С10). Главное назначение свинца – улучшение антифрикционных свойств сплава. Свинец образует в структуре медных сплавов самостоятельные выделения мягкой металлической фазы, поэтому с увеличением содержания свинца прочность и твёрдость снижаются, улучшается обрабатываемость резанием. При оптимальных концентрациях свинец повышает жидкотекучесть сплавов, плотность и герметичность отливок.



История художественного металла

Оловянно-свинцовые бронзы являются одними из лучших антифрикционных материалов, так как олово обеспечивает достаточную прочность и износостойкость сплава, а свинец – прирабатываемость.

Никель измельчает зерно, способствует выравниванию свойств литого металла, повышает его пластичность и прочность, а также уменьшает ликвацию в Cu–Sn–Pb бронзах.

Основные виды термической обработки бронз – гомогенизация и промежуточный отжиг. Основная цель этих операций – облегчение обработки давлением. Гомогенизацию проводят при 700–750 оС с последующим быстрым охлаждением. Для снятия остаточных напряжений в отливках достаточно 1 ч отжига при 550 оС. Промежуточный отжиг при холодной обработке давлением проводят при температуре 550–700 оС.

В связи с дефицитностью олова для производства художественного литья все шире применяют безоловянные бронзы и латуни, в которых основным легирующим элементом является цинк.

3.2. Латуни

Сплавы меди, у которых основным легирующим компонентом является цинк, называются латунями.

Двойные сплавы в системе Cu–Zn называются простыми латунями, а с добавлением других вспомогательных и модифицирующих элементов называются сложными латунями.

Сплавы, содержащие от 3 до 12% Zn, называются томпаком, с содержанием от 12 до 20% – полутомпаком, а свыше 20% – латунями. Для улучшения механических и технологических свойств и коррозионной стойкости латуни подвергают легированию Al, Ni, Mn, Pb, Si, Fe и другими элементами. На рис.20 показана диаграмма состояния Cu–Zn.

Латуни со структурой α -фазы пластичны, имеют высокую технологичность и легко поддаются горячей и холодной обработке давлением; отлично ведут себя при сварке, пайке, лужении. Механические свойства этой латуни в отожженном состоянии следующие: $\sigma_B = 250\text{--}400$ МПа, $\delta = 55\text{--}65$ %, HB = 30–60. Прочность и твердость α -латуней можно повысить нагартовкой.



История художественного металла

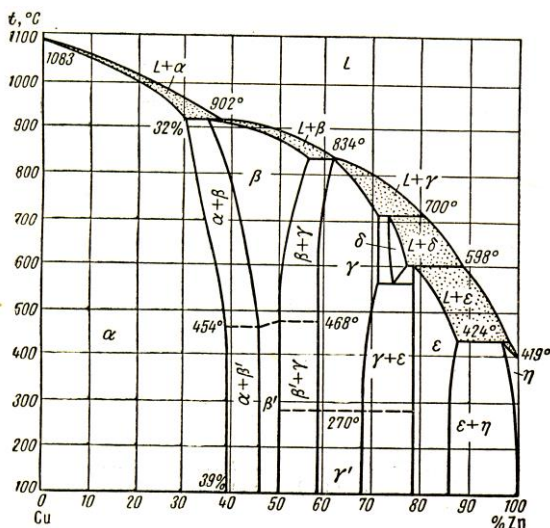


Рис.20. Диаграмма состояния Cu-Zn

α + β -латуни обладают большей твердостью и меньшей пластичностью. Они подвергаются горячей обработке давлением при температуре 750- 850°C.

β -латуни при комнатной температуре очень мало пластичны и при содержании около 50% Zn и более не поддаются холодной обработке давлением [31].

Деформируемые латуни. Наиболее широко применяют двойные латуни марок Л90, Л68, Л63.

Латунь марки Л90 (томпак) обладает высокой стойкостью против коррозии, имеет красивый золотистый цвет, в связи с чем ее применяют для изготовления знаков различия и фурнитуры.

Отрицательное свойство латуней – это самопроизвольное растрескивание во влажной атмосфере, особенно изделий, подвергнутых наклепу. Наклеп можно устранить отжигом при температуре 300-400°C в течение 1 часа.

Латунь Л68 называют патронной, из нее изготавливают изделия холодной штамповкой и глубокой вытяжкой, в частности гильзы патронов.

Латунь Л63 называют торговой, так как она среди всех латуней занимает первое место по объему производства.

Латуни широко используются в художественной промышленности. Из латуни римляне чеканили монеты, изготавливали памятные доски. К I в. н.э. латунь получила широкое распространение. Из латуни методом чеканки и выколотки



История художественного металла

получали различную утварь: ее инкрустировали, гравировали, покрывали эмалью.

В XVIII в. широкое распространение получили голландские латунные чайники. Томпак, прокатанный в тонкую фольгу, имитирующую золотой лист, называли голландским металлом или голландским золотом.



Рис.21. Исламский курсий (а) и чаша для омовения (б), XIV век

Литейные латуни. Сплавы Cu-Zn являются узкоинтервальными ($\Delta t_{кр.} = 50-60^{\circ}\text{C}$). Латуни имеют хорошую жидкотекучесть, дают плотные отливки с небольшой пористостью и значительной сосредоточенной раковинной. Они склонны к образованию столбчатой структуры. Комплексное легирование литейных латуней позволяет существенно улучшить их механические и литейные свойства.

На Руси предпочитали из латуни отливать художественные изделия [41] взамен классическим античным бронзам из-за лучшей жидкотекучести, малого интервала кристаллизации и меньшей стоимости; при этом учитывалось снижение декоративной привлекательности и меньшая коррозионная стойкость. Рассмотрим историю создания замечательного



История художественного металла

литейного памятника Минину и Пожарскому. Автором скульптурной композиции являлся талантливый русский ваятель И.П. Мартос, а отливку цельнолитой скульптуры высотой 4,7м осуществил выдающийся литейщик В.П. Екимов.



Рис.22. Памятник Минину и Пожарскому. Латунь. 1818 г.
В.П. Екимов и И.П. Мартос

В этой композиции отдельно отливали щит, шлем и нижнюю часть меча, рис.22. Вопреки мнению скульптора Мартоса, считавшего, что для отливки статуи необходимо использовать античную бронзу, какую применили для Медного всадника, Екимов использовал сплав следующего состава: 13-14% Zn, 0,7-0,8% Sn, 0,2-0,4% Pb, 0,3-0,8% Fe и небольшие примеси никеля и серебра. За участие в создании этого уникального памятника В.П. Екимов был награжден орденом святой Анны II степени.

Этот замечательный памятник Минину и Пожарскому, увековечивший победу над польско-литовскими завоевателями, стал символом единения народов России.

Справка. Памятник «Гражданину Минину и князю Пожарскому благодарная Россия. Лета 1818» в истории России и Москвы является первым скульптурным монументом, увековечившим подвиг всего русского народа в борьбе за независимость Отечества. Идея создания монумента спасителям Отечества зародилась в начале XIX столетия. Большое собрание Академии художеств, определявшее характер архитектурной и художественной деятельности в



История художественного металла

конец 1802г., в программе для скульпторов в числе первых «достойнейших к исполнению» назвало «геройские подвиги и патриотические добродетели Кузмы Минина и князя Пожарского». Просветительская организация «Вольное общество любителей словесности, наук и художеств» в начале 1803г. призвала «общество начертать проект для сооружения памятника Пожарскому, Минину и Гермогену» для Москвы за счет добровольного пожертвования граждан. Скульптор Иван Петрович Мартос, адъюнкт-ректор скульптурного класса Академии художеств, откликнулся на эти предложения. В 1804г. И.П. Мартос выставил на суд публики свою первую модель памятника Минину и Пожарскому из глины.

К 1813г. было принято окончательное решение установить памятник в Москве. Место для памятника выбрал сам И.П. Мартос в центре площади перед портиком Торговых рядов. Первый скульптурный монумент Москвы вместе с собором Василия Блаженного, воздвигнутым в честь покорения Казанского ханства, и Казанским собором, построенным по заказу Д.П. Пожарского в честь победы над польскими интервентами, должен был еще больше подчеркнуть идейно-мемориальное значение древней площади города. Композиция памятника, рассчитанная на раскрытие его содержания – призыв русского народа 200 лет назад к защите отечества от иноземных захватчиков, хорошо увязывалась с архитектурно планировочной средой Красной площади.

В 1815г. И.П. Мартос закончил большую модель памятника Минину и Пожарскому, которая имела исключительный успех у публики и удостоилась одобрения правительства. Сооружение памятника Минину и Пожарскому сделалось общенародным событием, большая часть средств на оплату расходов, связанных с отливкой скульптурной группы и барельефов, была собрана всенародной подпиской. В изготовлении монумента вместе с И.П. Мартосом принимали участие скульпторы И.Т. Тимофеев, С.И. Гальберг, С.К. Суханов, архитектор А.И. Мельников, литейщик В.П. Екимов, многие русские мастера и подмастерья, имена которых затерялись в истории.

Из архивных материалов известны следующие факты и особенности технологии отливки элементов монумента. Для отливки скульптурной группы в металле В.П. Екимов соорудил в литейной мастерской Академии художеств особый фундамент с 16 печами. Сохранился чертеж схемы литниковой системы отливки. Сверху на железной решетке были помещены отлитые из воска плинт и фигуры Минина и Пожарского, укрепленные толстыми железными полосами. Над ними был сделан восковой бассейн, из которого во все стороны были проведены восковые каналы, имеющие около дюйма в диаметре. От них под острыми углами провели путцы, упиравшиеся одним концом в каналы, которые шли от бассейна, а другим — в восковые фигуры и плинт. От фигур отходили особые воздушные каналы. Вся поверхность восковых моделей снаружи была покрыта особой мастикой, состоящей из толченого кирпича, жидко разведенного на пиве. Мاستику наносили слоями примерно 45 раз, каждый нанесенный слой просушивали с помощью опахал из больших перьев. Внутренность восковых фигур была наполнена составом из алебаstra и толченого кирпича — калидром. После этого «фигуры, наполненные внутри калидром, а снаружи покрытые мастикой, обложены кусками из сырой глины, что сделано и с плинтом, каналами, путцами и воздушниками, обведены кирпичною стеной, окованы снаружи полосным железом, а внутри залиты калидром из алебаstra и толченого кирпича». Для полного выжигания восковой модели в течение целого месяца топили 16 печей. Таким образом была подготовлена форма для заливки расплавленного металла. В присутствии многочисленных зрителей в литейной мастерской Академии художеств 5 августа 1816г. производилась отливка группы и плинта. Для отливки было использовано: 1000 пудов штыковой меди, 10 пудов олова, 60 пудов шпиутатуры. По свидетельству очевидцев «страшно было смотреть,



История художественного металла

когда металл сей потек горящею и клокочущею рекою по сделанному для него каналу к бассейну, который сделан был над фигурами и из которого он должен был наполнять снизу все пространство, какое прежде занято было воском, и после выжжения воску оставалось пустым».

В рапорте министру внутренних дел Иван Петрович Мартос сообщал: «Медь плавилась 10-ть часов, течение продолжалось 9 минут благополучно, но после сего она пробила внизу форму и выбежало 60 пудов... взятыми мерами она была остановлена и течение ее в форму продолжалось потом до конца... Через пять дней, когда металл остыл, после разбития формы оказалось, что монумент отлит совершенно». Отливка колоссальной скульптурной группы за один прием была уникальной литейной работой для России и Европы. Она свидетельствовала о высочайшем литейном искусстве русского мастера В. П. Екимова.

Торжественное открытие памятника Минину и Пожарскому состоялось 20 февраля 1818г. и превратилось в крупнейшее событие культурной жизни страны. Монумент был первым памятником, установленным в разоренной французами столице.

За прошедшие годы монумент пришел в аварийное состояние.

Мнение участников комиссии по исследованию состояния памятника. Доцент кафедры «Технология металлов» Московского государственного строительного университета, к.т.н. Кучеров В. И., один из членов комиссии по обследованию состояния памятника, отмечает: «Задний барельеф памятника "Минину и Пожарскому" весьма серьезно поражен коррозией и трещинами. Полностью ликвидировать эти многочисленные трещины реставрацией невозможно, их можно лишь замаскировать. При дальнейшем экспонировании барельефа даже небольшие циклические термические напряжения от воздействия прямых солнечных лучей или изменения погоды способны привести к развитию существующих трещин, увеличению их размеров. Поэтому, не только задний барельеф, но и все остальные литые компоненты памятника "Минину и Пожарскому" требуют пристального к себе внимания, постоянного наблюдения за их состоянием».

Мнение еще одного из участников комиссии по обследованию памятника старшего научного сотрудника к.т.н. ОАО «Институт Цветметобработка» И.И. Курбаткина: «Исследование образцов, отобранных из различных мест литой оболочки скульптурной группы и барельефа памятника Минину и Пожарскому, проводили современными методами металлографии и рентгеноструктурного анализа. Изучение обнаруженных макро- и микродефектов показало, что их образование связано с двумя причинами. Первая – это дефекты, возникающие при литье. Как правило, это газовые поры, раковины, микротрещины, образующиеся в процессе кристаллизации и усадки отливки и располагающиеся по всему объему материала. Вторая связана с известным в настоящее время процессом «сезонное растрескивание», вследствие обесцинкования материала, которое проявляется по границам зерен и наблюдается ближе к поверхности... На основании структурных исследований установлен тот факт, что в отливке существуют значительные напряжения 1 рода, вызванные объемной усадкой при кристаллизации сплава. Эти напряжения могут вызывать дополнительное коррозионное растрескивание материала. Металлографический анализ показал, что структурное разрушение металла начинается по границам дендритных ячеек и приводит к необратимому разрушению по границам зерен. В результате снижаются прочностные характеристики металла. Наиболее интенсивному воздействию окружающей среды подвергается поверхность материала памятника, где процессы коррозионного разрушения выражены в большей степени....».

Из предложений по реставрации и сохранению памятника: ...7). Изготовление копии бронзовых и гранитных элементов памятника с



История художественного металла

максимальным приближением по качеству изготовления к подлиннику. 8) Установка на первоначальном историческом месте на Красной площади. 9) Создание оптимального температурно-влажностного режима для экспонирования и хранения памятника после реставрации.

Замечание А.С. Пушкина: «...Надпись Гражданину Минину, конечно, не удовлетворительна: он для нас или мещанин Косма Минин по прозванию Сухорукой, или думный дворянин Косма Минич Сухорукой, или, наконец, Кузьма Минин, выборный человек от всего Московского государства, как назван он в грамоте о избрании Михаила Федоровича Романова. Все это не худо было бы знать, также как имя и отчество князя Пожарского».

3.3. Бронза в искусстве

С глубокой древности материал для декоративно-прикладных изделий и скульптуры, в которую при литье колоколов, а в средневековом Китае и при литье сосудов добавляли серебро. Отличные литейные свойства бронзы позволяют воспроизводить мельчайшие детали скульптурной модели; упругость, вязкость, пластичность дают возможность, не прибегая к дополнительным опорам, создавать объёмные композиции с резким выносом и сильным расчленением частей, получать полые, относительно лёгкие отливки. Бронза, окисливаясь, приобретает стойкую окраску (естественную патину) — от зелёной до густо-коричневой и чёрной, а кроме того, хорошо поддаётся химической тонировке (патинированию), золочению, полировке, ковке, чеканке, гравировке, что помогает разнообразить цвет и фактуру изделий. Оружие из бронзы показано на рис. 23.



Рис. 23. Оружие бронзового века



С середины III тысячелетия до н.э. в Месопотамии, а со II тысячелетия в Египте вслед за применением примитивной техники литья в открытые формы (из камня, песка, дерева и проч.) появилось литье в створчатые формы из глины, снятые с лепной или резной модели.

Отлитые в них части круглой скульптуры и сосудов скрепляли оловом. Места соединения сглаживали чеканкой, которой также прорабатывали рельефные детали, что усиливало их контраст с обобщенно-монументальными поверхностями, часто полированными. Иногда чеканка дополнялась гравировкой. Так, **медная голова Саргона Древнего из Ниневии**, XXIII в. до н.э., рис.24,а, настолько четко была подвергнута гравировке, что дала повод высказать некоторым исследователям предположение об изготовлении ее методом чеканки и отождествить ее с золотым чеканным **шлемом Мескаламдуга** (правитель Ура) из гробницы Месилима, рис.24,б.

САРГОН Древний (аккадск. — Шаррум-кен, Шаррукин), основатель царства Аккад, правил 55 лет (2316-2261 до н. э.). Родом из г. Азупирану («городок крокусов»), выходец из низов. Настоящее имя Саргона неизвестно, имя, принятое им по восшествии на престол, означает «царь истинен». До этого жил в Кише и был приближенным или слугой-чашеносцем царя Ур-Забабы; после разрушения Киша царем Шумера Лугальзаггиси (Лугальзагеси) провозгласил себя царем, избрав столицей государства почти безвестный город Аккад. Киш, однако, сохранил некоторую автономию, и по-прежнему имел собственных царей.

Мескаламдуг (шумер. «Герой доброй страны») — один из первых царей (лугалей) шумерского города Ура, правил в XXVI веке до н. э. В «Шумерском царском списке» не упоминается, поскольку, очевидно, владел лишь Уром, а не всем Шумером. Найдены золотой шлем и золотая цилиндрическая печать Мескаламдуга, на которой написано «Мескаламдуг[г] — лугаль». Другие источники, в которых упоминалось бы его имя, неизвестны. Леонард Вулли, руководивший раскопками, полагал, что имеются в виду два разных правителя с одним именем. Позже в Мари было найдено упоминание Мескаламдуга в качестве отца Месанепады. Шлем был похищен во время погрома Багдадского музея в апреле 2003 года. В Британском музее хранится его гальванопластическая копия.



Рис. 24. Медная голова Саргона Древнего (1); золотой шлем Мескаламдуга из гробницы Месилима (2)

Обратившись к **фантастической Химере**, мастер соединил в ее теле льва, змею, в которую превращен хвост, и козла, неожиданно вырастающего из спины льва. Напряжение и ярость чудовища трактованы с большой экспрессией: оно рычит, припав на передние лапы, оскалена пасть, шерсть на спине и гриве поднялась дыбом. Скульптор не скрывает здесь эмоции, как в статуе волчицы, но высвобождает их от пластической скованности, присущей памятникам архаического искусства.



Рис. 25. Статуя Химеры. Бронза. Конец V в. до н. э. Высота 80см. Флоренция, Национальный археологический музей.

Королевство Бенин стало одним из могущественных государств Западной Африки около 1400г. В 1485г., примерно через сто лет после того, как в стране были отлиты первые бронзовые изделия, торговать с Бенином начали португальцы. В обмен на перец, слоновую кость и рабов португальцы поставляли



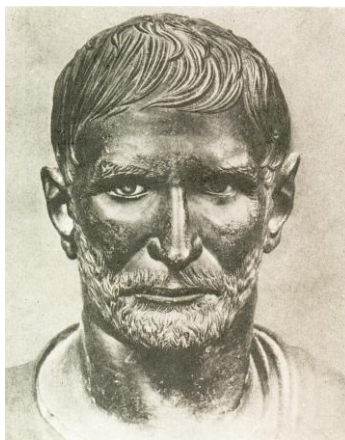
История художественного металла

бронзу в виде наручников. После того как ввоз сырья в страну был обеспечен, в XVI и XVII вв. в Бенине наступила эпоха расцвета бронзового литья. Бенинцы отливали прямоугольные массивные бронзовые рельефные пластины, на которых были запечатлены многочисленные обитатели дворца – правители Бенина, а также большие бронзовые змеи, отлитые по частям и прикрепленные к крышам дворца. Головы усопших правителей, как отлитые из бронзы, так и вырезанные из слоновой кости, использовались при ритуальных обрядах.

В 1898 году британцы совершили карательную операцию в Бенин, разграбили дворец, вывезли в Англию или уничтожили многие произведения самобытного искусства бенинцев. В Англии скульптуры бенинцев произвели подлинную сенсацию. В 1919г. директор Этнографического музея в Берлине так оценил изделия бенинских мастеров: «Ни Бенвенуто Челлини, ни кто бы то ни было другой не смог бы отлить эти скульптуры лучше», рис.26 (1).



1



2

Рис. 26. Бронзовая голова королевы Бенин. 1500г. лондон (1). Портрет римлянина (первый консул Брут). Бронза. Вторая половина IV. до н.э.

В **Римской республике** (III-I вв. до н.э.) ведущую роль занимали те виды искусства, которые имели практическое значение; отсюда доминирующую роль в развитии скульптуры занимал портрет. В портрете римлян, в отличие от греков, у которых портрет отражал типические черты, присущие представителю греческого общества, художник ставил



задачу увековечить черты данного конкретного лица. Римские мастера умели создавать яркие типические образы, исходя из конкретной индивидуальности. В республиканскую эпоху были созданы портреты большой художественной силы. Так, например, бронзовый бюст римлянина – так называемый «Брут» из Палаццо Консерватории в Риме, рис. 26 (2), дает пример портрета, в котором раскрыт человеческий характер. В этом произведении нашел яркое воплощение образ сурового, непреклонного римлянина эпохи республики.

Резные массивные **ритуальные сосуды** из бронзы, изготовленные ремесленниками, принадлежавшими к различным тайным обществам, служили древним китайским императорам для процедур жертвоприношений. В них наливали вино или другую забродившую жидкость, например от зерна ил и кумыса. Во время жертвоприношений часть жидкости выливали на жертвенник и отдавали, таким образом, дань богам и усопшим предкам, а оставшуюся часть выпивали. Каждый из таких сосудов, в зависимости от своей формы, имел собственное название и использовался в строго определенных целях; например, котел для приготовления пищи душам предков, стоящий на трех или четырех ножках, назывался «тинь». Наиболее распространенными мотивами декоративных украшений таких сосудов были дикие, домашние или мифологические животные – лошади, буйволы, бараны, тигры, драконы, слоны и другие. А некоторые из сосудов и сами были сделаны в форме животного, рис. 27 (1).

Открытие в начале нашего века знаменитого ныне **искусства Ифе** породило множество разнообразных гипотез. Не сопоставимый ни с чем известным в то время натуралистический стиль и совершенство бронзового литья, казалось, свидетельствовали о какой-то обособленной и чужеродной культуре. Вместе с тем ярко выраженный местный этнический тип, запечатленный в бронзовых и терракотовых портретах, указывал на то, что речь может идти только о местной культуре, испытывавшей в той или иной мере какие-то внешние влияния. В качестве возможных агентов этих влияний называли португальцев, карфагенян, нубийцев и т. д. Фробениус считал Ифе центром древней могучей империи - легендарной Атлантиды, воспоминания о которой сохранились в виде преданий, после того как связи ее с внешним миром были полностью прерваны. Во времена Фробениуса было известно сравнительно небольшое число памятников искусства Ифе. С тех пор благодаря серии



История художественного металла

находок, значительно расширивших представления о древней истории народа йоруба, стало очевидно, что речь идет о действительно мощном очаге культуры, оказавшем заметное влияние на обширные территории к северу и востоку от дельты Нигера. У народов, населяющих сопредельные территории, можно и теперь обнаружить элементы религиозных верований йоруба, их художественных традиций, социальной организации. Среди других бронзовых изделий здесь была найдена отлично сохранившаяся фигура они Ифе в полный рост, в парадной одежде, рис. 27 (2).



Рис. 27. Китайский сосуд «ху» для жертвенного вина. 16—11 вв. до н. э. Галерея Фир. Вашингтон, (1). Полуфигура царя они Ифе. Бронза. Ифе, Нигерия. Нигерийский музей, Лагос. 12—14 вв. (?), (2)

«**Бульжник — оружие пролетариата**» — знаменитая скульптура, выполненная советским скульптором И. Д. Шадром в 1927 году из гипса и в 1947 году отлитой в бронзе. Гипсовая версия хранится в Третьяковской галерее. Копия из бронзы в 1967 году установлена в Пресненском районе Москвы, в парке Декабрьского восстания. Герой скульптуры представляет собой обобщённый образ пролетария начала XX века, борца за революционные идеалы и свободу. Скульптура приобрела популярность в СССР и дала начало шутивно-ироничному крылатому выражению «Бульжник — оружие пролетариата», рис. 28.

«Бульжник — оружие пролетариата» является одним из самых ярких явлений реалистического искусства XX века. В основе композиции лежит виток раскручивающейся спирали. Рельефная пластика тела пролетария передана скульптором



История художественного металла

очень выразительно и точно показывает состояние душевного подъёма, создавая героический образ, символизирующий эпоху Октябрьской революции и начала Советской власти. Напряжённость борца-пролетария роднит его с «Дискоболом» Мирона, а волевая устремлённость, читающаяся в чертах лица, — с «Давидом» Микеланджело.

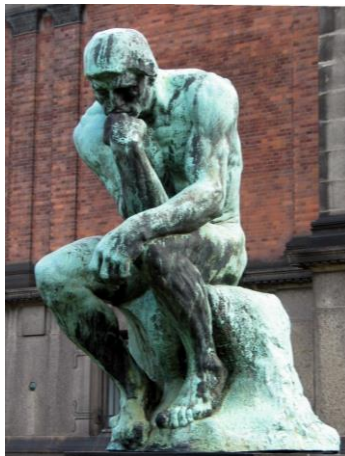
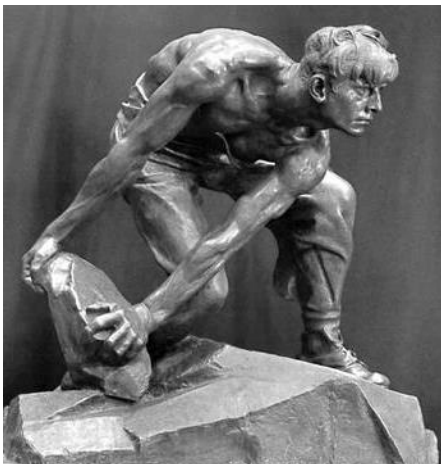


Рис. 28. Д. Шадр. «Булыжник — оружие пролетариата». 1927 (бронзовый отлив — 1947) (1). «Мыслитель». Бронза. 1888г. Музей Родена. Париж (2)

(**Rodin**) (1840-1917), французский скульптор. С 1880 и до конца жизни Роден работал над символически воплощавшей мир человеческих страстей горельефной композицией "Врата ада", навеянной "Божественной комедией" Данте, мотивами античной мифологии, библейских легенд, поэзии Ф. Вийона и современной Родену поэзии. Отдельные темы этой композиции Роден разрабатывал в виде самостоятельных произведений (многочисленные варианты, бронза и мрамор - в Музее Родена, Париж, в Лувре, ГЭ, ГМИИ и других собраниях). Таковы острогротескная фигура "Та, которая была прекрасной Ольмьер" (1885), пронизанная ярким эмоциональным порывом группа "Поцелуй" (1886), исполненная пластической мощи, драматизма и духовного величия статуя "**Мыслитель**" (1888), рис. 28(2). С середины 80-х гг. в творчестве Родена всё более нарастает тяготение к усложнённым символическим образам, к выявлению человеческих эмоций - от ясной гармонии и мягкого лиризма до отчаяния и мрачной сосредоточенности.



История художественного металла

Произведения Родена приобретают эскизный, как бы незаконченный характер, контрастнее становится игра света и тени, а моделировка форм, иногда текучих, - подчеркнута живописной.

Уникальная находка и продукт изысканной торевтики IV в. до н. э., - этот сосуд использовался в качестве урны для хранения пепла покойного в ***Дервенийской гробнице*** № 2, (рис. 27 цв. вкл.). Первоначально сосуд предназначался для смешивания вина и воды. Его тщательно продуманное художественное исполнение представляет собой гимн богу Дионису, его всемогуществу в природе и власти над жизнью и смертью. На лицевой стороне вазы (главная сторона) изображена священная свадьба бога и Ариадны. Пара изображена на скале, и обнаженный Дионис интимно положил свою ногу на бедро своей жены. Ариадна, приподнимающая свое покрывало, пристально смотрит на своего мужа с характерным свадебным жестом. Позади Диониса стоит пантера — животное, посвященное богу. Пару окружает свита бога, менады; некоторые из них уносятся в оргиастическом танце, тогда как другие сидят на плечах кратера. Поверхность всего кратера украшают мифические фигуры, ручные и дикие животные, виноградные и плющевые ветви. Своим золотым цветом ваза обязана особому составу из бронзы и большого количества олова, при этом без следа золота. Она скована из двух больших листов, соединенных в тех местах на шейке, где размещены украшающие ее животные. Статуэтки на плечах кратера, ножка и волюты на ручках были отлиты. На губах вазы надпись серебряными буквами сообщает имя ее владельца: Астион, сын Анаксагора, из Лариссы. Неизвестно, был ли покойный непосредственно владельцем вазы. Это единственный неповрежденный бронзовый сосуд с рельефным украшением, сохранившийся с этого периода. Возможно, его создатель был скульптором и торевтом из какого-то ионийского города Халкидики, который обучался в Афинах. 330—320 гг. до н. э.

В 1479 —1488 гг. Верроккьо работал над конным памятником венецианскому ***кондотьеру Бартоломео Коллеони***, отлитым в бронзе уже после смерти скульптора. Этот памятник стал, подобно донателловскому «Гаттамелате», классическим примером конного монумента эпохи Возрождения. В отличие от Гаттамелаты с его спокойствием и уверенностью фигура Коллеони полна огромного внутреннего напряжения. Он как бы стоит в седле, всей тяжестью тела опираясь на стремяна, и властной рукой ведет своего коня, слившись с ним в одно



целое. Лицо кондотьера в обрамлении бронзового шлема дышит неукротимой волей и воинственностью. Круглые сверлящие глаза и опущенные углы сжатых губ придают ему выражение жестокости и неистовства. Гордое движение коня передано с большой выразительностью. Голова коня, его мощная шея в складках, вздувшиеся вены исполнены не только с великолепным знанием анатомии, но и с большой художественной экспрессией. Скульптура установлена на высоком постаменте на площади у церкви Сан Джованни э Паоло и, в отличие от «Гаттамелаты», в непосредственной близости от храма, как бы сливаясь с его внушительным массивом. Из-за небольших размеров площади памятник воспринимается преимущественно с близких расстояний, обрисовываясь в сильном ракурсе, который повышает свойственное ему выражение гордой мощи, рис. 29.



Рис. 29. Вероккьо. Конная статуя Коллеони. 1480 г.

Будда Весеннего Храма (кит. упр. 鲁山大佛, пиньинь: *Lǔshān Dàfó*) — одна из самых больших статуй в мире, изображает Будду Вайрочана, рис. 30. Находится в поселке Чжаоцунь в провинции Хэнань, недалеко от национального шоссе №311. Статуя была завершена в 2002 году. Высота статуи 128 метров, которые включает в себя 20 метров пьедестала в виде лотоса.



История художественного металла

Пьедестал хотят увеличить на 25 метров, таким образом общая высота памятника будет 153 метра. По состоянию на октябрь 2008 года, холм, на котором стоит памятник переформируют в ещё два пьедестала, верхний из которых 15 метров, увеличив высоту памятника до 208 метров. Первоначально предполагалось, что статую сделают из 1100 частей литой меди, с общим весом 1000 тонн. Планы строительства Будды Весеннего Храма были объявлены вскоре после взрыва талибами бамианской статуи Будды в Афганистане. Китай осудил систематическое разрушение буддийского наследия Афганистана.



Рис. 30. Статуя Будда. Весенний храм, Лушан, Китай. Высота 128 м, стоит на здании буддийского монастыря. (Zgpdszz). 2002г.

Котоку-ин (яп. 高德院) — буддийский храм секты дзёдо в городе Камакура в префектуре Канагава, Япония. Храм известен своим «**Большой Буддой**» (大仏, Daibutsu), монументальной открытой бронзовой статуей амитабхи Будды, которая является одним из самых известных символов Японии, рис. 31. Бронзовая статуя, вероятно, датируется 1252 годом, то есть периодом Камакура, в соответствии с храмовыми записями. Этому



предшествовала гигантская деревянная статуя Будды, которая была завершена в 1243 году после десяти лет непрерывного труда, средства поступали от Инанадо-Цубони и буддийского священника Джоко из Тотомии. Эта деревянная статуя была разрушена бурей в 1248 году, и зал, в котором она находилась, был также разрушен, так что Джоко предложил сделать другую статую из бронзы; также огромное количество денег, необходимых для этого и для нового зала, было вложено в проект.



Рис. 31. Бронзовая статуя Будды находится в храме Котокуин в Камакуре, Япония. XIII в. Масса 93 т, внутри – полая

Бронзовая статуя, вероятно, была сделана Оно Горёмоном или Танси Хисатомо, ведущими японскими скульпторами из бронзы того времени. В определённый период времени статуя была позолоченной. До сих пор ещё имеются следы позолоты возле ушей статуи. Неясно, однако, является ли статуя, созданная в 1252 году, той же статуей, что доступна сейчас. Зал был разрушен бурей в 1334 году, был восстановлен, после чего был повреждён ещё одной бурей в 1369 году и был восстановлен ещё раз. Последнее здание, вмещавшее статую, было смыто цунами 20 сентября 1498 года во время периода Муромати. С тех пор Большой Будда стоит на открытом воздухе. Статуя примерно 13,35 метра высотой, включая основание, и весит около 93 тонн. Статуя является полой, и посетители могут осмотреть её



внутреннее пространство. Многие посетители на протяжении многих лет оставляли надписи на внутренней стороне статуи. В свое время было тридцать два бронзовые лепестки лотоса у подножья статуи, но только четыре осталось к сегодняшнему дню, и все они уже не на первоначальном месте. Великое землетрясение Канто 1923 года уничтожило основание, на котором сидит статуя, но оно было отреставрировано в 1925 году. Ремонт памятника был проведён в 1960-1961 годах, когда шея была укреплена и были приняты меры, чтобы защитить его от землетрясений.

Медный всадник — памятник Петру I на Сенатской площади в Санкт-Петербурге, 32.

Открытие памятника состоялось 7 августа (18 августа) 1782г. Позднее памятник получил своё название благодаря знаменитой одноимённой поэме А.С. Пушкина, хотя на самом деле изготовлен из бронзы. Модель конной статуи Петра выполнена скульптором Этьеном Фальконе в 1768—1770. Голову Петра лепила его ученица, Мари-Анна Колло. Змею по замыслу Фальконе вылепил Фёдор Гордеев. Отливка статуи осуществлялась под руководством мастера Емельяна Хайлова и была закончена в 1778 году. Архитектурно-планировочные решения и общее руководство осуществлял Ю.М. Фельтен.

В августе 1766 года русский посланник в Париже Д.А. Голицын заключил контракт с французским скульптором Фальконе, рекомендованном Екатерине II её корреспондентом философом-просветителем Д. Дидро. Вскоре по прибытии Фальконе в Петербург, 15 октября 1766 года, работы по созданию монумента двинулись полным ходом. Мастерскую устроили в бывшем Тронном зале деревянного Зимнего дворца Елизаветы Петровны. Каменное здание бывшей конюшни при дворце приспособили для жилья Фальконе. В начале 1773 года в помощь к Фальконе был назначен Фельтен: он должен был заменить уволенного от работ капитана де Ласкари, и, кроме того, к этому времени понадобился надзор профессионала-архитектора за установкой памятника.

«Гром-камень», рис. 33- 34. Найти подходящие камни для монумента сразу не удалось, и тогда в газете «Санкт-Петербургские ведомости» было опубликовано обращение к частным лицам, которые пожелали бы «для постановления... монумента в гору выломать и привезти сюда, в Санкт-Петербург». Подходящий камень был указан казённым крестьянином Семёном Григорьевичем Вишняковым, поставщиком строительного камня в Санкт-Петербург, давно знавшем об этой глыбе и имевшем намерение найти ей применение для собственных нужд, расколов на куски, но не нашедшем для этого нужного инструмента. Об этом он сообщил капитану Ласкари, руководителю поисковых работ в этом проекте.



История художественного металла



Рис. 32. «Медный всадник», Э. Фальконе. Бронза, 1782г.,
Сенатская площадь, Санкт-Петербург

Место, где найден был Гром-камень, до сих пор точно не установлено. Известно лишь, что это было лесистое и весьма сырое место в районе деревни Лахта, и что путь камня до места погрузки был равен приблизительно 8 верстам, то есть примерно 8,5 километрам. Учитывая, что путь камня неоднократно менялся, и перемещали его не по прямой, следует ожидать, что камень был найден в следующих современных границах: на западе — посёлок Лисий Нос, прямо на север — до нынешней Кольцевой автодороги, по дороге и южнее её на восток до речки Чёрной и затем на юг через Юнтоловской лесной дачи, включая его весь, до северного берега Лахтинского разлива. Началу перевозки камня соответствовала серьёзная подготовка. Были приняты во внимание рекомендации, которые разработал И. И. Бецкой, проведено исследование модели «машины», предлагаемой для перевозки камня. При этом было найдено, что наиболее соответствующей задаче является установка камня на деревянной платформе, перекатываемой по двум параллельным желобам, в которые были уложены 30 пятидюймовых шаров.



Рис. 33. Транспортировка «Гром-камня»

Посредством эксперимента был выбран достаточно прочный материал для этих шаров, состоящий из сплава на основе меди, и отработана технология его изготовления. Разработан технологический процесс подъёма камня с помощью рычагов и домкратов для подведения под него платформы. При этом специально были приняты меры по страховке камня от его падения при аварии. Для его извлечения потребовалась работа тысяч людей, для проживания которых была построена деревня. Камень весил 1600 тонн. Его транспортировка до берега Финского залива осуществлялась несколькими воротами. Для перевозки камня были выбраны зимние месяцы, когда почва подмёрзла и смогла выдерживать тяжесть. По приказу Екатерины камень должен был быть доставлен на место целым. Работавшие на камне постоянно во всё время движения каменотёсы в количестве 46 человек лишь придавали ему надлежащую форму, рис. 33. Эта уникальная операция продолжалась с 15 ноября 1769года по 27 марта 1770года. Камень был доставлен на берег Финского залива, где для его погрузки соорудили специальную пристань. При малой воде остатки этой пристани можно видеть у берега недалеко от расколотого валуна, лежащего у самого уреза воды. Транспортировка камня по воде осуществлялась на специально построенном для этого судне по чертежу известного корабельного мастера Григория Корчбеникова и началась только осенью. Гигантский «Гром-камень» при огромном стечении народа прибыл в Петербург на Сенатскую площадь 26 сентября 1770года. Для выгрузки камня у берега Невы был использован приём, уже применённый при погрузке: судно было притоплено и село на предусмотрительно вбитые в дно реки сваи, что дало возможность сдвинуть камень на берег. Несмотря на все принятые меры за всё время пути неоднократно создавались аварийные ситуации, грозившие крахом всему предприятию, за которым следила с интересом общественность всей Европы. Тем не менее руководители работ всегда находили выход из положения. В честь перевозки камня была выбита памятная медаль с надписью «Дерзновению подобно».



История художественного металла



Рис. 34. Гранитный постамент «Медного всадника»

Постамент в виде громадной скалы — символ преодоленных Петром I трудностей, а введенная в композицию змея представляет собой остроумную находку в решении задачи по обеспечению статической устойчивости монумента.

Легенда о майоре Батурине

Во время Отечественной войны 1812 года в результате отступления русских войск возникла угроза захвата Санкт-Петербурга французскими войсками. Обеспокоенный такой перспективой, Александр I приказал вывезти из города особо ценные произведения искусства. В частности, статс-секретарю Молчанову было поручено вывезти в Вологодскую губернию памятник Петру I, и на это было отпущено несколько тысяч рублей. В это время некий майор Батурин добился свидания с личным другом царя князем Голицыным и передал ему, что его, Батурина преследует один и тот же сон. Он видит себя на Сенатской площади. Лик Петра поворачивается. Всадник съезжает со скалы своей и направляется по петербургским улицам к Каменному острову, где жил тогда Александр I. Всадник въезжает во двор Каменоостровского дворца, из которого выходит к нему навстречу государь. «Молодой человек, до чего ты довел мою Россию, — говорит ему Петр Великий, — но куда я на месте, моему городу нечего опасаться!» Затем всадник поворачивает назад, и снова раздается «тяжело-звонкое скаканье». Пораженный рассказом Батурина, князь Голицын передал сновидение государю. В результате Александр I отменил свое решение об эвакуации памятника. Памятник остался на месте.

3.4. Медно-никелевые сплавы

Медь с никелем образуют непрерывные твёрдые растворы, рис. 35. Никель существенно упрочняет медь. Медно-никелевые сплавы разделяют на две группы: коррозионно-стойкие и электротехнические. К коррозионно-стойким сплавам относятся мельхиор, нейзильбер, куниали.

Мельхиорами называют двойные и более сложные сплавы на основе меди, основным легирующим элементом которых является никель. Изделия из мельхиора приведены на рис. 36. Мельхиор — медно-никелевый сплав с содержанием никеля до 30%, серебристо-белого цвета с желтоватым оттенком,



История художественного металла

применяется для изготовления галантерейных изделий и посуды; нейзильбер – трехкомпонентный сплав на основе меди с содержанием никеля от 13,5 до 16,5% и цинка от 18 до 22%, напоминает серебро, идет на изготовление галантерейных изделий художественного промысла.

Нейзильберы представляют сплавы системы Cu–Ni–Zn и содержат 5-35% Ni и 13-45% Zn. Сплавы указанных составов (кроме высокоцинковых) лежат в области α -твёрдого раствора и имеют однофазную структуру.

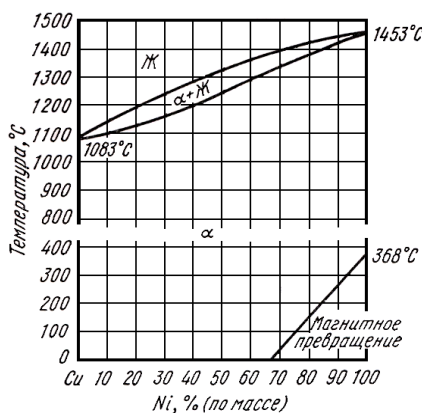


Рис. 35. Диаграмма состояния Cu-Ni

Нейзильберы по сравнению с мельхиорами характеризуются более высокой прочностью из-за дополнительного легирования цинком. Они легко поддаются горячей и холодной обработке давлением. Нейзильберы отличаются красивым серебристым цветом, не окисляются на воздухе и устойчивы в растворах солей и органических кислот, рис. 37.



Рис. 36. Посуда из мельхиора. (1). Шкатулка из мельхиора. (2)



Рис. 37. Кольцо с малахитом. (1) и акваарином (2).
Нейзильбер

Куниалями называют сплавы системы Cu–Ni–Al. Никель и алюминий при высоких температурах растворяются в меди в больших количествах, но с понижением температуры растворимость резко уменьшается. Куниали отличаются высокими механическими и упругими свойствами, коррозионной стойкостью, удовлетворительно обрабатываются давлением в горячем состоянии. Куниали не склонны к хладноломкости.



ГЛАВА 4. МЕТАЛЛУРГИЯ ЖЕЛЕЗА

Природное металлическое железо встречается на поверхности Земли как самородное и как метеоритное.

Самородное железо встречается в виде мелких листочков и чешуек, вкрапленных в базальты, например в альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_3]$ и анортит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3]$ и др., и всегда содержит заметное количество никеля: аварит – до 2,8% и джозефинит – 50 % и более. Самородное железо ковко и тягуче, но весьма редко для доступного механического передела.

Метеоритное железо называлось «металлом с неба». По подсчетам на территории Древнего Ближнего Востока могло находиться до 1 млн. тонн железных метеоритов.

Наиболее ранние образцы обработанного железа, найденные на территории Древнего Востока, в Египте и Месопотамии, изготовлены из метеоритного железа, что устанавливается содержанием в них порядка 4-10% никеля.

В Ассирии на рубеже III и II тысячелетий до н.э. железо было в 40 раз дороже серебра и в 5-8 раз дороже золота.

4.1. Земное (металлургическое) железо

Наиболее ранними изделиями из земного железа, полученного из руды, являются железные клинки из Аладжа-Гююка (2100 г. до н.э.); они были определены по результатам металлографического анализа.

Металлургия железа зародилась в Передней Азии в области культуры хатти (народа хатти). Хетты, прямые наследники хаттов [Хеттское царство XVIII-XII вв. до н.э. в восточной Анатолии], также умели получать из руды железо и, возможно, сталь («хорошее железо» для клинков).

Производство железа в Древней Армении, непосредственно примыкавшей к Хеттскому царству, начинается в XIII-XIV вв. до н.э., а в Западной Грузии – примерно в XII в. до н.э.

В XII в. до н.э., после падения Хеттской империи, железо распространяется среди разрушивших ее народов [«народов моря», населявших побережье Восточного Средиземноморья] и соседних народов.

В Древнем Египте изделия из железа имели или культовое, или ювелирное назначение. Наиболее ранние из них – полностью окислившиеся к моменту обнаружения бусы изготовлены из метеоритного железа, содержат примерно 7,5% Ni (3500 г. до



н.э.); еще несколько небольших амулетов примерно середины II тысячелетия до н.э. также изготовлены из метеоритного железа. В гробнице Тутанхамона, умершего в XIV в. до н.э. найдено несколько миниатюрных изделий из железа, в том числе небольшой кинжал. Широкое распространение железо получило в VII в. до н.э.

В Древней Греции железо распространилось заметно раньше, чем в Древнем Египте. Так, Гомер (XI-X вв. до н.э.) упоминает о железных изделиях и железе как предмете обмена.

Отрывок из Одиссеи. Песнь седьмая. В переводе В.А.Жуковского.

Одиссей входит в дом царя Алкиноя:

*«Было в палатах любезного Зевсу царя Акиноя;
Медные стены во внутренность шли от порога и были
Сверху увенчаны светлым карнизом лазоревой стали;
Вход затворен был дверями, литыми из чистого злата;
Притолки их из серебра утверждались на медном пороге;
Также и князь их серебряный был, а кольцо золотое.
Две – золотая с серебряной – справа и слева стояли,
Хитрой работы искусного бога Ифеста собаки
Стражами дому любезного Зевсу царя Алкиноя».*

«Железный век» характеризуется изготовлением целых серий железных и стальных орудий труда в начале I тысячелетия до н.э.

Причины, препятствовавшие наступлению железного века:

1. Внутренние причины – использование бронзы в обрядовых целях.
2. Железные руды менее яркие, а потому менее заметны, чем медные, и плавка железа требовала более высоких температур.
3. Железо, получавшееся в примитивных горнах, было очень мягким и не сразу стало соперничать с бронзой в качестве материала для изготовления орудий труда и оружия.

4.2. Сыродутный процесс получения железа

Сыродутный процесс – процесс прямого восстановления железа из его окислов, минуя процесс самого расплавления железа. Для возможности процесса восстановления железа из его окислов необходимо обеспечить три условия:

1. Введение окислов железа в зону нагревания в условиях восстановления.
2. Достижение температуры, при которой получается металл, пригодный для механической переработки.



История художественного металла

3. Открытие действия добавок – флюсов, облегчающих отделение примесей в виде шлаков, что обеспечивает получение ковкого металла при невысоких температурах.

Первоначально железную руду использовали гончары Ближнего Востока как красящее вещество, изменявшее цвет глины до серого, керамики – до красного при окислении железа и до темно-серого или черного – при восстановлении железа из окислов.

Таблица 5

Сыродутный процесс получения железа

Температура, °C	Шихта	Продукт	Свойства
1565	Восстанавливаются Fe_2O_3		
1540			Производство стекла
1538	Восстанавливаются Fe_3O_4		
1420	Восстанавливаются FeO		
1350	Твердый чугун, руда (FeO) – пудлингование-процесс удаления углерода из жидкого чугуна	Крица и жидкий шлак	Проковка кусков крицы и их многократная прокатка
1200	Руда, древесный уголь, флюс	Крица + \rightarrow отделившаяся шлакообразная масса $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow$	При ковке получается продукт; используется в стекловарении
960	Руда, древесный уголь, флюс (костная мука, CaO , P_2O_5)	Железная крица (смесь тв. Fe и кашеобразных шлаков) \rightarrow	При ковке шлак выдавливается, а железо сваривается
960	Руда и древесный уголь	Губчатое железо \rightarrow	Дляковки не пригодно
700	Руда и древесный уголь	Спеченная масса: Fe , Fe_3C , FeO , MnO , $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$, $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow$	При ковке рассыпается

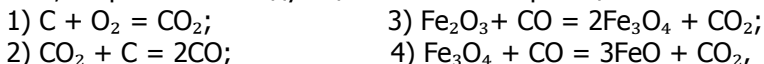
Сыродутный способ производства железа, как и способ получения стекла, является следствием температурного



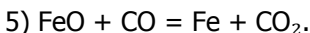
потенциала, достигнутого цивилизацией, рис.25.

В горнах зажигали древесный уголь, в разгоревшийся огонь бросали руду и производили принудительное дутье из меха, расположенного за горном; вместе с тем пользовались природным ветром. Температура в горнах достигала 1450°C.

Процесс восстановления начинался при температуре 500-600°C, и протекали следующие химические реакции:



при температуре 900°C осуществлялось выделение частиц Fe:



При температуре 1100-1200°C образовавшаяся на предыдущих этапах FeO принимала участие в шлакообразовании. Частицы железа сплавлялись при температуре 1300-1400°C в железные крицы. Жидкий шлак предохранял их от окисления. Крицы при высокой температуре проковывались, из них выжимался жидкий шлак и они превращались в монолитные куски железа. При необходимости эти куски методом кузнечной сварки соединяли в более крупные заготовки.

В стране басков в конце XVIII в. для получения 100 кг железа требовалось 312кг руды (63,99% Fe_2O_3 , 5,13% Mn_2O_3 , 12,2% SiO_2) и 340кг угля, приготовленного из ясеня, клена и липы. С течением времени вместо подовых (земляных) печей стали строить сыродутные горны, рис.38.

В рабочее пространство такого горна слоями загружали древесный уголь и измельченную руду. Из горна через боковое отверстие стекал шлак. После 4-8 часов рабочие при помощи железных стержней извлекали из горна слипшуюся губчатую массу, содержащую железные зерна вместе со шлаковыми включениями, – крицу. Затем крицу разделяли на части, проковывали на наковальне, придавая ей форму, нужную для продажи [4].

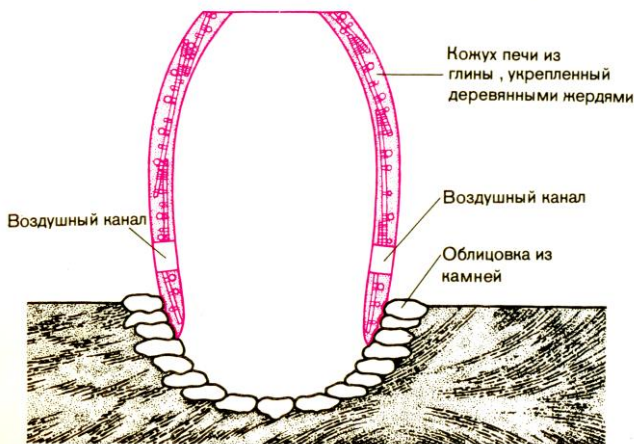


Рис.38. Сыродутный кричный горн представлял собой яму, над которой возвышалась куполообразная шахта с воздушными каналами для дутья. Крицу извлекали через пролом в стенке шахты [4]

На смену сыродутным горнам пришли рудоплавильные печи – домницы, в которых наряду с крицей получали и жидкий чугун. Удаление из чугуна углерода с целью получения ковкого железа получило название «кричного передела». Удаление углерода (выжигание) с помощью каменного угля получило название пудлингование (от английского слова puddle – месить, перемешивать). Сущность пудлингования заключалась в том, что твердый чугун загружался в рабочее пространство печи, в топке сжигался каменный уголь (в отличие от домниц, где процесс «кричного передела» осуществлялся на древесном угле при непосредственном контакте продуктов сжигания древесного угля с восстанавливаемой из руды крицей), и происходил процесс плавки чугуна. Расплавленный чугун взаимодействовал с окислительным шлаком, углерод чугуна вступал в реакцию с окисью железа с образованием $C + FeO \rightarrow Fe + CO$; выделяющийся газ CO производил эффект кипения ванны, сильно перемешивал расплав, который по мере выгорания углерода становился тестообразным, т.е. образовывалась крица. Тестообразную крицу с помощью приваренного железного стержня по частям вынимали из печи и проковывали. На рис.39 показана схема пудлингования.

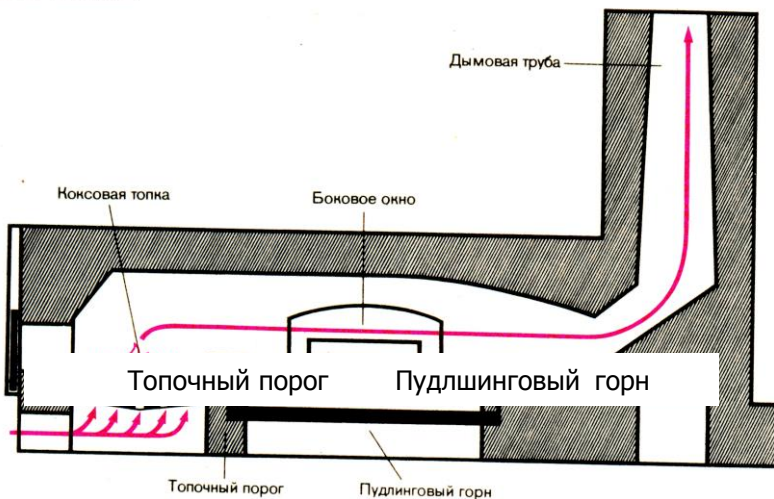


Рис.39. Схема пудлинговой печи [4]

Сыродутный процесс получения сварочного железа в Европе существовал вплоть до 1850 года, а в Северной Америке – даже до 1890 года [4].

Тем не менее этот метод еще в XX веке использовался на Памире. В рассказе «Плавильщики Ванджа» [56] описывается процесс производства железа и стали кричным методом в Средней Азии в 1926-1927 гг., когда басмачи (по тадж. – душители) вторглись в Таджикистан и Туркмению.

... В малодоступных долинах Памира можно было увидеть своими глазами первобытные «печи-домницы», где простые литейщики передаваемыми из рода в род методами получали чугун в «сыродутных домницах» и затем на небольших наковальнях выковывали молотами простейшие сельскохозяйственные орудия, топоры, ножи, посуду и другие предметы домашнего обихода.

жерла домницы работники должны были следить через горловину за процессами, протекающими в домнице. После того как дрова сгорели и уголья опустились, всыпалась в горловину домницы большая и тяжелая корзина угля и миска руды, расколотой на мелкие величиной с абрикос кусочки. Как только уголь прогорал и опускался, операция засыпки новой порции угля и руды повторялась. После часа работы происходила смена рабочих у основания и горловины домницы. Через глиняную



История художественного металла

трубку работавший мехами определяет, сколько железа расплавилось и как высоко оно наполнило д

«Итак, я вам расскажу, как у нас, в долине Ванджа, наши мастера-усто (искусные мастера) выделяют железо. Железная руда залегают в хребте над рекой Вандж в нескольких местах, лучшая добывается около селения Те-Харв. Копи находятся высоко в горах, так что путешествие за рудой дело нелегкое, за ней отправляются только опытные и сильные горцы, которые в состоянии пронести на спине тяжелый выюк (приблизительно 48-50 кг). Чтобы провести нормальную плавку в печи необходимо, чтобы пять человек принесли с вершины в долину по пять выюков.

На склоне горы, среди темных, угрюмых скал, было несколько узких, как норы, входов, пробитых, как говорили старики, тысячу лет назад. Шахта имела много разветвлений, мы углубились в темную, как ночь шахту, опускающуюся постепенно вниз. Зажгли светильные ветки – чираги (сухая ветка чинара или тута, обмазанная тестом из кунжутного масла и обмазанная для прочности мукой). Двое должны были выламывать руду, а остальные выносить ее наружу и сменять усталых забойщиков. Работа забойщиков была очень тяжелая: они долго и сильно долбили в одно и то же место, пока откалывался кусок руды. Снесенную со склона руду на выючных лошадях доставляли в кишлак.

Возле дома был сарай. Там в течение всего лета складывали дрова и уголь. Соседи, участвующие в плавке, приносили свои запасы дров и угля.

К одной из наружных стенок этого сарая была сделана пристройка в виде высокой бутылки. Стенки были сложены из камней, скрепленных глиной. Эта каменная «бутылка» и была той домницей, в которой должно было плавиться железо¹. Она не маленькая: если высокий человек поднимет руку, то едва достанет до жерла (салохи) этой домницы. Стенка, соединяющая домницу с сараем, имела узкую щель, или дверцу (дарик). Через эту дверцу вся домница наполнялась доверху дровами, короткими поленьями арчи и узловатыми стволами кустарника ангет. Дрова поджигались через дверцу, которую закладывали маленькими плоскими камнями, скрепленными глиной. Наиболее

1 Ориентировочные размеры домницы: высота доходила до 2,3-2,5 м, а внутренний диаметр составлял, по всей видимости, не более 0,4 м.



История художественного металла

квалифицированный литейщик руководит процессом плавки и указывает каждому, что ему делать. Двух наиболее опытных работников оставляет работать у основания печи, а двух молодых отправляет наверх к горловине домницы. Когда прогорели дрова и обратились в раскаленные угли, руководитель пробил внизу тонкой стенки небольшое отверстие и вставил глиняную трубку – билюль. Через эту трубку с помощью двух козьих мехов (шерстью наружу) один из оставшихся у основания рабочих раздувал уголь в домнице. Работать мехами предстояло несколько дней, непрерывно усиливая жар настолько, чтобы руда расплавилась и потекла яркой, сверкающей, как солнце, струей. Работающие у но домницы. Для этого он пропускает внутрь трубки деревянную палочку: если она горит медленно – железа еще нет, но когда палочка вспыхивает ярким пламенем, – значит, она касается расплавленного железа. Тогда отверстие трубки закладывается камешком, замазывается глиной и еще снаружи заваливается землей. Над этим местом на три-четыре пальца выше стенки дарика пробивается новое отверстие и вставляется новая трубка. Снова начинают работать мехи, вдувая воздух и раскаляя уголь домницы. И так непрерывно, чтобы узнать, как высоко поднялось расплавленное железо, надо было все выше пробивать новое отверстие в стенке дарика, вставлять новые трубки, а нижнее отверстие заделывать и заваливать землей: земляной бугор поднимался все выше, придерживая стенку дарика, чтобы она не проломилась под тяжестью железа. Длительность процесса плавки продолжалась более четырех суток. После прекращения дутья и засыпки угля и руды домница и расплавленный металл остывали двое-трое суток; после этого выламывалась тонкая стенка дарика, и все железо круглым столбом, болванкой, вываливалось внутрь сарая. Там железо разбивалось молотами на мелкие куски, которые подвергались проковке на наковальне кузнецом, и изготовлялись необходимые изделия. В сердцевине получалось более твердое железо (сталь), которое шло на изготовление топоров, ножей, холодного (белого) оружия, а по краям болванки получалось более мягкое сварочное железо».

Некоторые пояснение к технологическому процессу получения (или, как говорится в рассказе, плавке) железа:

1. В рассказе изложен классический кричный процесс производства сварочного железа.

2. Жидкое железо (сталь) в таких домницах получить нельзя; фразу в рассказе, что «руда расплавилась и потекла яркой, сверкающей, как солнце, струей» следует понимать, что в



жидком состоянии мог быть только шлак.

3. Подтверждением, что в домнице была крица, а не расплавленное железо, служит, во-первых, устойчивость тонкого дарика (стенки), который в случае наличия жидкого железа был бы неминуемо раздавлен гидростатическим давлением жидкого расплава; и, во-вторых, вывалившийся столб раскаленного железа, успешно разбивается молотами на полу сарая. Расплавленное и затвердевшее железо в раскаленном состоянии можно только подвергнуть пластической деформации, но никак не разрушению.

И тем загадочнее и удивительнее является происхождение Делийского столба, рис. 40. Делийский (кутубский) столб – древний монумент, высящийся на окраине индийской столицы. Высота его составляет чуть более 7 метров, диаметр у основания 40 сантиметров, у вершины 30 сантиметров. Легенды приписывают столбу мистические свойства исполнять любые желания, для этого надо только на минуту прижаться к нему спиной. Феномен же этого сооружения заключается в том, что оно было изготовлено из чистого железа 1600 лет назад и при этом ничуть не пострадало от коррозии. Палеоуфологи считают Делийский столб специальным знаком, оставленным инопланетянами, посетившими когда-то Землю. Химики же считают, что отсутствие коррозии вовсе не инопланетных рук дело, а следствие особых климатических условий в районе Дели, когда на металле образуется тонкая пленка не дающая прорасти ржавчине внутрь. Но истинная природа и происхождение Делийского столба окончательно пока не установлены.

На протяжении многих столетий железо изготовлялось в Европе сперва в горнах, а затем в шахтных печах. Пламя в этих печах поддерживалось с помощью воздуходувных мехов, которые приводились в действие людьми, животными или водной энергией.

4.3 Доменный процесс производства чугуна

В начале XV века во Франции благодаря введению доменных печей стало возможным добывать железо в больших количествах. Воздуходувные мехи приводились в действие, как правило, водяными колесами. Выплавленный металл разливали по литейным формам, напоминающим свинью с поросятами – в Англии их прозвали «pig iron» («свинское железо»), в России – чушками [32,33].



а) б)
Рис.40. Делийский столб: а – общий вид, б – фрагмент
верхней части столба

Заводы, выплавлявшие железо и чугун, могли существовать лишь в таких местах, где большие лесные массивы (для добычи древесного угля) соседствовали с рекой (для получения водной энергии), рис.41.

Второй раз железный век наступил в 1709 году в Англии, когда Абрахам Дерби открыл способ выплавки чугуна с помощью кокса.

В XIX веке инженеры взяли на себя функции архитекторов, создавая все более смелые проекты фабрик и торговых зданий, доков и железнодорожных вокзалов. Они ввели в обиход новый, основанный на идее металлоконструкций архитектурный стиль. Стальные мосты перекинулись через широкие бухты – ранее подобные задачи считались технически невыполнимыми. Стальные своды небывалых прежде размеров перекрывали перроны железнодорожных вокзалов.



История художественного металла

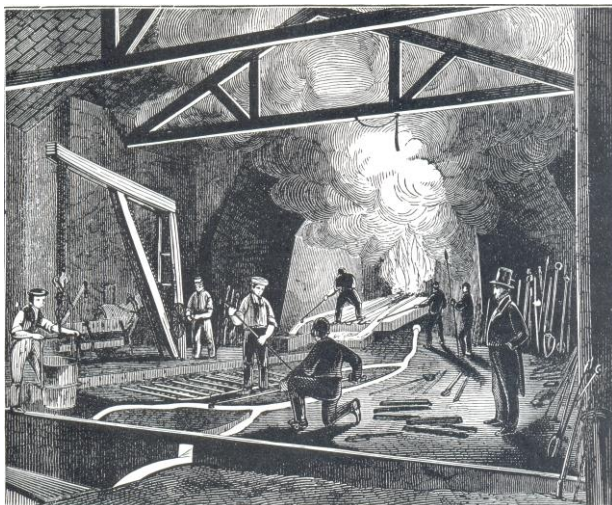


Рис.41. Чугуноплавильные заводы в Баттерли

В 1851 году для Всемирной выставки в Лондоне из заранее заготовленных металлических конструкций и стекла было возведено самое большое для того времени здание в мире – «Хрустальный дворец», рис.42. Это гигантское здание из чугуна и стекла длиной 554м и высотой 42м (что равносильно 16-этажному зданию) было построено из 2300 чугунных балок общим весом 3500т, из них на стальные элементы приходилось всего 550т.



Рис.42. Фрагмент «Хрустального дворца» (Кристалл-палас).
Архитектор Джозеф Пэкстон, 1851 год



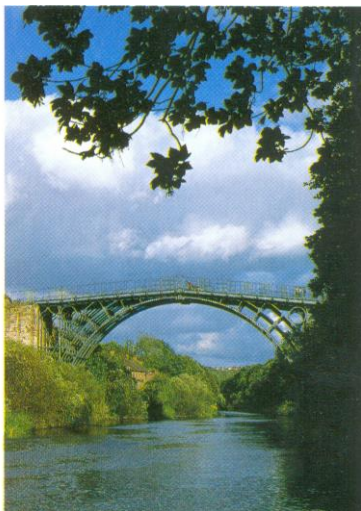
История художественного металла

На рис.43 показан чугунный мост, построенный в Англии Абрахамом Дерби и его инженерами; все детали моста отливались по отдельности и монтировались на месте, причем не болтами, а, как в столярном деле, клиньями и шипами. Мост был торжественно открыт в 1781г., длина пролета моста 30,6 м, а его вес – 384 т.

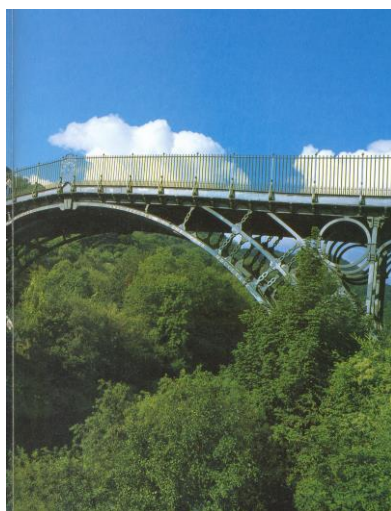
В Санкт-Петербурге также были построены первые чугунные мосты: «Народный», «Красный», «Синий», «Поцелуев».

Катастрофическое наводнение 1824 года разрушило и повредило очень много деревянных мостов. Поэтому во второй половине 1820-х годов и в 1830-х годах в русской столице построили несколько чугунных мостов. По проектам П. Базена, Е. Адама и Г. Третера – педагогов Петербургского института путей сообщения – был создан ансамбль в верхнем течении Мойки между Инженерным (Михайловским) замком и Дворцовой площадью.

На этих мостах установлены очень красивые металлические решетки и фонари, поражающие почти ювелирной тщательностью исполнения. Арки чугунных мостов украшены разнообразными декоративными накладками и кронштейнами, также отлитыми из чугуна (рис.44).



а



б

Рис.43. Чугунный мост через реку Северн (а) и его фрагмент (б)



История художественного металла



Рис.44. Один из первых чугунных мостов – «Поцелуев». Санкт-Петербург

Замечательным архитектурным монументом из чугуна является «Памятник русским гренадерам, павшим в боях под Плевной». Форма памятника в виде часовни была разборной, отдельные отливки подгонялись и скреплялись болтами, рис.45.



Рис.45. Памятник-часовня гренадерам—героям Плевны. Архитектор и скульптор В. И. Шервуд, инженер-полковник А. И. Ляшкин. Чугун Москва, 1887 год



История художественного металла

История часовни-памятника. Памятник сооружён в 1887 по инициативе Русского археологического общества и офицеров и солдат Гренадерского корпуса, расквартированного в Москве, и собравших на его постройку 49 тыс. рублей. Чугунная восьмигранная часовня завершена шатром с православным крестом, попирающим мусульманский полумесяц. Её боковые грани украшены 4 горельефами: русский крестьянин, благословляющий сына-гренадера перед походом; янычар, вырывающий ребёнка из рук матери-болгарки; гренадер, берущий в плен турецкого солдата; русский воин, срывающий цепи с женщины, олицетворяющей Болгарию. На гранях шатра надписи: «Гренадеры своим товарищам, павшим в славном бою под Плевной 28 ноября 1877 г.», «В память войны с Турцией 1877—78 годов» и перечень основных сражений — «Плевна, Карс, Аладжа, Хаджи-Вали». Перед памятником — чугунные тумбы с надписями «В пользу увечных гренадер и их семейств» (на них стояли кружки для пожертвований). В интерьере часовни, отделанном полихромными изразцами, помещались живописные образа Александра Невского, Иоанна Воина, Николая Чудотворца, Кирилла и Мефодия, бронзовые плиты с именами погибших гренадеров — 18 офицеров и 542 солдат. Торжественное открытие памятника 28 ноября 1887, в день 10-летия взятия Плевны, было отмечено парадом частей Гренадерского корпуса, принятого генерал-фельдмаршалом великим князем Николаем Николаевичем Старшим; городскому голове Н.А. Алексееву был вручён акт о передаче памятника-часовни Москве. После 1917 большая часть внутреннего убранства была утрачена. В 1990 возобновлена традиция отмечать 3 ноября (день освобождения Болгарии от турецкого владычества) панихидой у стен часовни.

Художественные особенности. Чугунный восьмигранный шатёр-часовню на низком постаменте венчает православный крест. Отлитые из чугуна детали собирались и монтировались с идеальной точностью — на поверхности не видно ни единого шва. В 1886 году Владимир Осипович создал проект оформления площадки вокруг памятника. Братья Бромлей по рисункам Шервуда сделали отливку деталей ограды: 14 чугунных колонн с венками и 12 чугунных гирлянд. Последний заказ — бронзовые части памятника — доставили с фабрики Постникова осенью 1886 года. 27 июля 1887 года состоялась торжественная закладка памятника. Памятник в Нескучном саду разобрали и перевезли в Лубянский сквер. Значительный уклон сквера заставил скульптора устроить высокую площадку под основание, чтобы



История художественного металла

памятник просматривался со всех сторон. Поскольку монумент много весил, нужен был прочный фундамент. Шервуд сделал блестящий инженерный расчет. Время это подтвердило — памятник так и не дал осадки.

На мощном основании собрали каркас и смонтировали восьмерик. Массивный восьмигранный шатер покоится на низком каменном цоколе с тремя ступенями. На боковых гранях нижнего яруса памятника расположены четыре горельефа.

В основании горельефов укрепили позолоченные изображения перевитых лентами лавровых венков, в верхней части всех арок и карниза смонтировали лавровую гирлянду. Горельефные изображения и кресты сразу же приобрели более торжественный вид.

«Чугунная малая призма с четырех сторон ограничивалась кокошниками, — пишет в своей книге В.В. Аникин, — которые словно в рамки укрепили четыре небольших золоченых барельефа. Карнизы кокошников украсила в виде полосы декоративная отделка из четырех треугольников. Важной частью памятника явился конус, поддерживающий кокошники разных размеров: 16 по окружности меньшей величины и 8 — большей величины, расположенных над рядом из 16 кокошников. За последним рядом кокошников собрали пирамидку со штампованными украшениями и верхним шаблоном.

Рассмотрим более подробно, что представляет собой чугун, какова его история и какова роль в художественном производстве.