



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 $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$;
- небесно-голубая или голубовато-зеленая бирюза (минерал класса фосфатов $\text{CuAl}_6[\text{PO}_4]_2 \cdot [\text{OH}]_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$);
- ярко-зеленый с оттенками малахит (минерал класса карбонатов $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{CO})_2$;
- темно-синий, в землистых массах голубой азурит (лазурь, медная синь) – минерал класса карбонатов $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$;
- 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 производительность труда как в предгорных районах, так и на наносных землях в до-



Художественный металл

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



Художественный металл

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, употреблялся метод огневой проходки. На поверхности жилы или в глубине перед забоем разводили костер, и когда порода раскаля-



лась, 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 копиях 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.



Художественный металл



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: $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \Rightarrow CuCO_3 + H_2O + Cu$.

Восстановление меди из ее карбоната под воздействием окиси углерода протекает по реакции $CuCO_3 + CO \Rightarrow 2CO_2 + Cu$.

При избытке кислорода древесный уголь сгорает до CO_2 полностью: $C + O_2 \Rightarrow CO_2$, и восстановления меди из ее природного карбоната не происходит.

Рассмотрим гипотезы, которые высказывались по вопросу плавки меди:

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



Художественный металл

- 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.

3. 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].

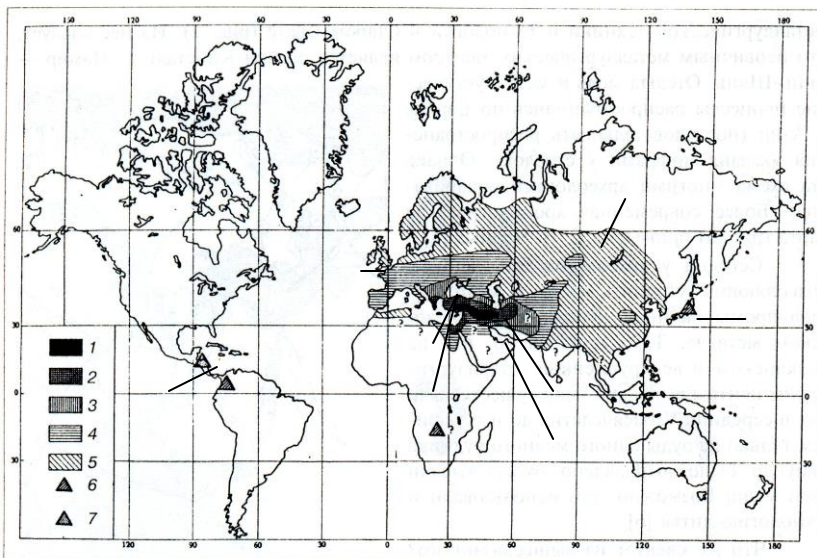


Рис.2. Хронология распространения металла: 1 - VII-VI тыс. лет до н. э.; 2 - V тыс. лет до н. э.; 3 - IV тыс. лет до н. э.; 4 - III тыс. лет до н. э.; 5 - II тыс. лет до н. э.; 6 - I тыс. лет до н. э.; 7 - I тысячелетие н. э. Кроме малахита в качестве руды мог использоваться не столь приметный черный 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 гранцентрированная кубическая с периодом a , равным 0,36074 нм. Плотность меди 8,94 г/см³; 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 200-375°C медь окисляется до черного оксида CuO . При более высоких температурах на ее поверхности образуется двухслойная окалина: поверхностный слой представляет собой черный оксид CuO , а внутренний – красный оксид меди Cu_2O .

В химическом отношении медь является малоактивным ме-



Художественный металл

таллом. Однако с галогенами (F, Cl, Br, I, At) она реагирует уже при комнатной температуре, например, с влажным хлором образует хлорид CuCl_4 , 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.

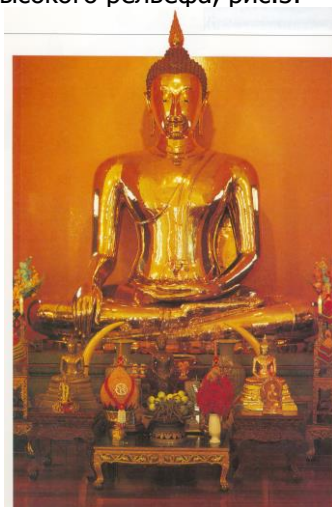


Рис.3. Медный барельеф Будды – символ суверенитета Шри Ланки

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.



Художественный металл



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.



Художественный металл



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.



Художественный металл

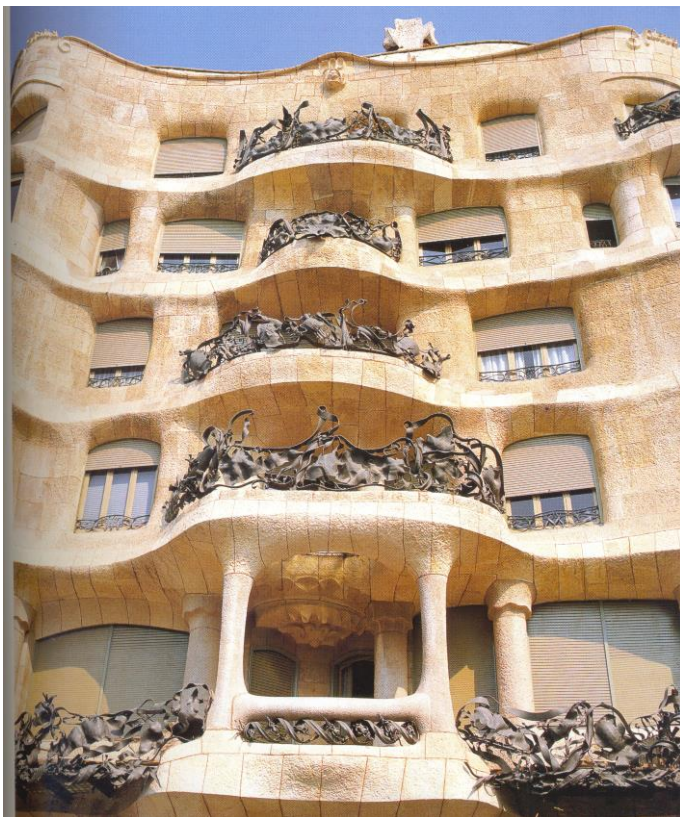


Рис.8. Дом Каса Мила Антонио Гауди. Причудливые кованные решетки выполнены по его эскизам. Барселона, Испания

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 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»



Художественный металл

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



а



б



Художественный металл



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 Сири́н. На медной патинированной вазе изображена сидящей мифическая птица Сири́н 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 немислимых конфигураций, солонки и перечницы, столовые приборы, совочки для уборки со стола хлебных крошек, рис.13.



Художественный металл



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.



Художественный металл



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



Рис. 16. Складень трехстворчатый "Спас Смоленский. Избранные святые",
XVIII в. [www.booksite.ru/enciklopedia/job/5.htm]



Художественный металл

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.