



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,



Художественный металл

и сплав становится хрупким. На рис.17 показана диаграмма состояния Cu – As.

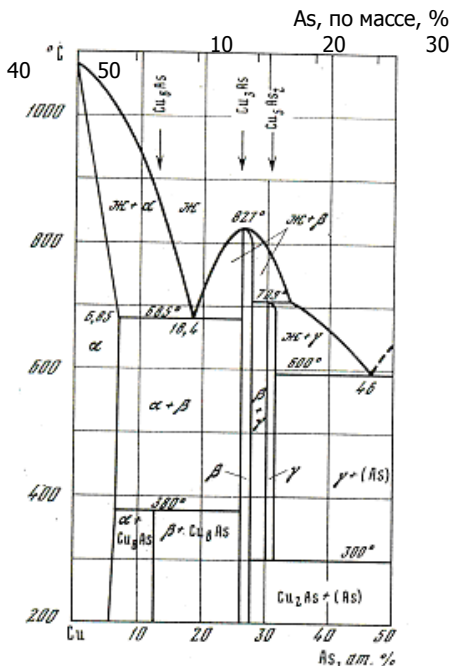


Рис. 17. Диаграмма состояния Cu – As

Твердость мышьяковистых бронз находится на уровне оловянных.

Цвет мышьяковистой меди (бронзы) различен – от белого до красноватых и золотистых оттенков.

Мышьяковистые минералы обычно распространены в верхних частях месторождений первичных мышьяковисто-колчеданных руд, и в древности человеку не представляло трудности их обнаружить в местах залегания.

Первоначально мышьяковистые минералы: золотистый аурипигмент As_2S_3 и ярко-красный реальгар As_4S_4 – могли привлечь внимание человека как магические средства, в частности и потому, что красные минералы с древнейших времен наделялись волшебными свойствами.

Предположение о применении в древности плавильщиками реальгара и аурипигмента было подтверждено многочисленными опытными лабораторными плавками.

Плавильщик не мог не заметить, что присадка этих



Художественный металл

нералов дает сплав лучшего качества. Меняя доли добавляемых минералов, он получал сплавы различных цветов и 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 касситери-



Художественный металл

том. Таким путем можно получать сплавы с различным содержанием олова (так как чистый касситерит содержит почти 80% олова).

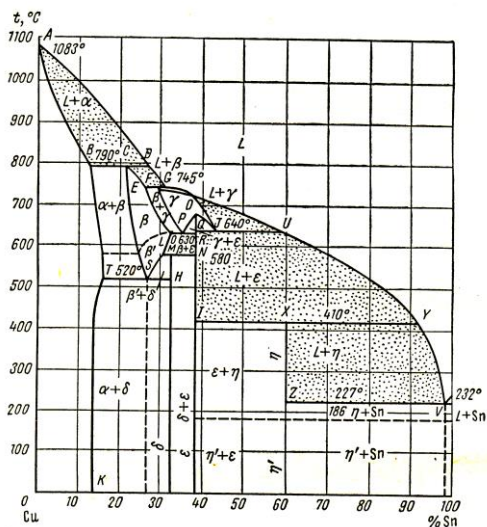


Рис. 18. Диаграмма состояния Cu-Sn

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.



Художественный металл

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 - алюминиевая	95 91,5	4	1		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, 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 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. По-



Художественный металл

близости 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 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: БрОЦ4-4-2,5 (деформируемая), БрО5Ц5С5 (литейная), БрА5, БрА7 (алюминиевые), БрКМц3-1 (кремниевая), БрБ2 (бериллиевая), БрОЦ6-6-3 (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 выше 10%, что связано с необходимостью экономного легирования). Нижний предел легирования (2–3% Sn) определяется необходимостью получения ми-



нимального 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. Оловянно-свинцовые



Художественный металл

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 °С с последующим быстрым охлаждением. Для снятия остаточных напряжений в отливках достаточно 1 ч отжига при 550 °С. Промежуточный отжиг при холодной обработке давлением проводят при температуре 550–700 °С.

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.



Художественный металл

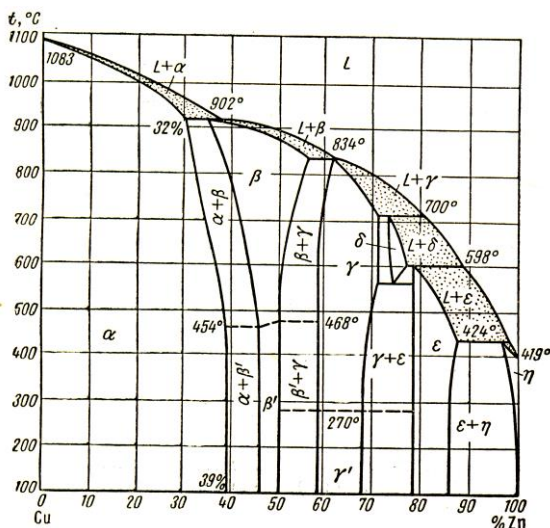


Рис.20. Диаграмма состояния Cu-Zn

$\alpha+\beta$ -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 получали раз-



Художественный металл

личную 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 литейного памятника Минину и Пожарскому. Автором скульптурной композиции являлся



Художественный металл

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 дея-



тельности в конце 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



Художественный металл

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 шпиуатеру. По свидетельству очевидцев «страшно было смотреть, 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 пробилась 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 серьёзно поражён 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 выра-



жены в большей степени....».

Из предложений по реставрации и сохранению памятника: ...7). Изготовление копии бронзовых и гранитных элементов памятника с 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, ,
[[http://www.violem.ru/works/2005/mininuiipozharskomu/.](http://www.violem.ru/works/2005/mininuiipozharskomu/)]

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, окисляясь, 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.



Художественный металл



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 крепили 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 неизвестный город Аккад. Киш, однако, сохранил некоторую автономию, и по-прежнему имел собственных царей.



Художественный металл

Мескаламдуг (шумер. «Герой доброй страны») — один из первых царей (пугалей) 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 «Мескаламду[г] — лугаль». Другие источники, в которых упоминалось бы его имя, неизвестны. Леонард Вуллс, 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 80 см.
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 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).

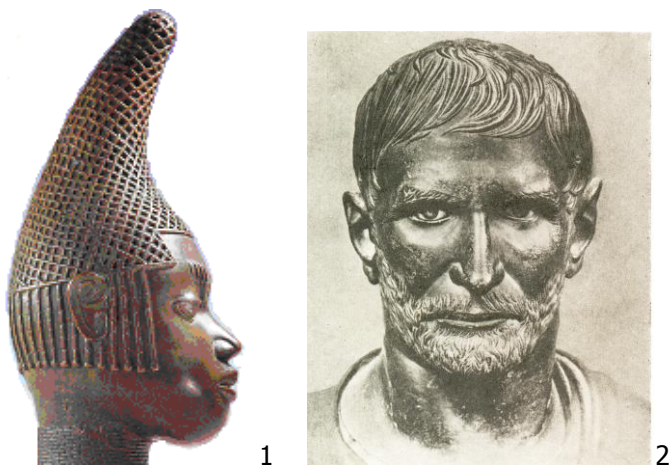


Рис. 26. Бронзовая голова королевы Бенин. 1500г. лондон (1). Портрет римлянина (первый консул Брут). Бронза. Вторая половина IV. до н.э.

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



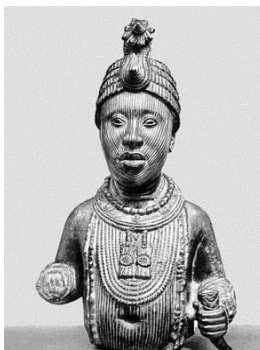
Художественный металл

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, испытавшей 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 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).



1



2

Рис. 27. Китайский сосуд «ху» для жертвенного вина. XVI-XVII вв. до н. э. Галерея Фрир. Вашингтон, (1). Полуфигура царя они Ифе. Бронза. Ифе, Нигерия. Нигерийский музей, Лагос. XII—XIV вв. (?), (2)

«**Булыжник — 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 шутливо-ироничному крылатому выражению «Булыжник — оружие пролетариата», рис. 28.

«Булыжник — 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 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.

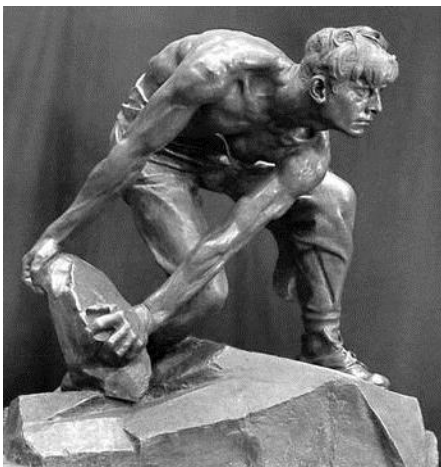


Рис. 28. Д. Шадр. «Бульжник — оружие пролетариата». 1927 (бронзовый отлив — 1947) (1). «Мыслитель». Бронза. 1888г. Музей Родена. Париж (2)

(**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. Произведения Родена приобретают эскизный, как бы незавершенный 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 при-



роде 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, приподнимая 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 ответственностью. 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. 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 буддистского 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 Джокко из Тотоми. Эта деревянная статуя была разрушена бурей в 1248 году, и зал, в котором она находилась, был также разрушен, так что Джокко 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 Котоку-ин 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.



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-каменя»

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 Корчевникова 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».



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 Каменноостровского 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, кунiali.

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, 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 5-3 5% Ni и 13-45 % Zn. Сплавы указанных составов (кроме высокоцинковых) лежат в области α -твёрдого раствора и имеют однофазную структуру.

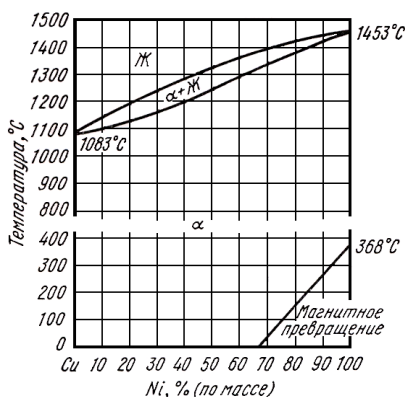


Рис. 35. Диаграмма состояния Cu-Ni



Художественный металл

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. <http://magic154.sitcity.ru/ltxt> (1). Шкатулка из мельхиора. <http://www.art-ua.com.ua/izdeliya-iz-melkhiora-shkatulka-melkhior-m>, (2)



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

Куниалими 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.