



## Глава 5. ЧУГУН И СТАЛЬ

### 5.1. Чугун

Чугун – это сплав железа с углеродом, содержание которого превышает 2%, причем углерод может находиться в структуре чугуна как в связанном состоянии в виде карбида  $Fe_3C$ , так и в свободном состоянии в виде графита, форма графитовых включений может быть пластинчатой в сером чугуне, шаровидной – в высокопрочном и хлопьевидной – в ковком. Наибольшее распространение получил чугун с пластинчатой формой графита, в том числе и в художественном производстве [30].

Чугун как литейный материал был изобретен в Китае в VI веке до н.э., о чем свидетельствует четырехзарядная чугунная пушка, отлитая в V веке, и другие многочисленные изделия [41].

В Древнем Китае чугун выплавляли в поворотных печах, рис.46.

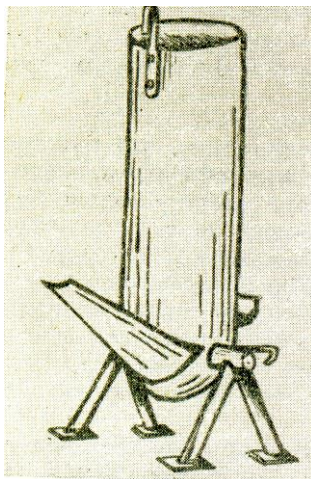


Рис.46. Поворотная китайская печь для плавки чугуна

Древняя Русь познакомилась с технологией выплавки чугуна в гг. Великие Булгары и Сарай Берке во времена Золотой Орды.

Расцвет русской архитектуры XVII-XVIII вв., строительство административных, культовых и бытовых сооружений потребовали новых материалов. Таким материалом для архитекторов и строителей явился чугун – дешёвый, с хорошими механиче-



скими, эстетическими и антикоррозионными свойствами.

Исаакиевский собор, построенный в 1818-1858 гг. по проекту А.А.Монферрана, украшен скульптурами работы И.П.Витали, А.В.Логановского, его завершает чугунный купол диаметром 21,83 м, рис.47 (рис.1, цв. вклейка).



Рис. 47. Свет проникает через 12 окон, опоясывающих барабан, на котором покоится чугунный купол величественного Исаакиевского собора, XIX век, Санкт-Петербург

Расцвет статуарного литья из чугуна относится к началу 20-х годов XIX века. В это время возникает дискуссия о возможности применения чугуна для художественных отливок. В 1830 году выходит брошюра под язвительным псевдонимом Противочугунов, в которой критикуется мнение скульптора П.П.Соколова, выступившего с восхвалением превосходных литейных и статуарных качеств чугуна. П.П.Соколовым было оформлено три Петербургских моста: Львиный, Бакшевский и Египетский. Декоративная скульптура мостов была отлита из чугуна, за исключением крыльев грифонов Банковского моста, которые выполнены из листовой меди, рис.48-50 и (рис.2, цв. вклейка).

Неизвестный противник чугуна писал: «Мода иногда заставляет слишком увлекаться новостью и забывать и отстранять бронзу, то есть то, что веками и опытом, и вкусом признано истинно полезным. Чугун не способен передавать ваятельные и скульптурные произведения».



## Художественный металл



Рис.48. Львиный мост. Санкт-Петербург

«Львы держат мост» - не правда ли, это звучит несколько странно? И все же в Санкт-Петербурге есть такой мост. Он расположен на красивом изгибе канала Грибоедова, неподалеку от Театральной площади, и так называется – Львиный. На его устоях – четыре чугунных льва.



Рис.49. Грифоны Банковского моста. Санкт-Петербург

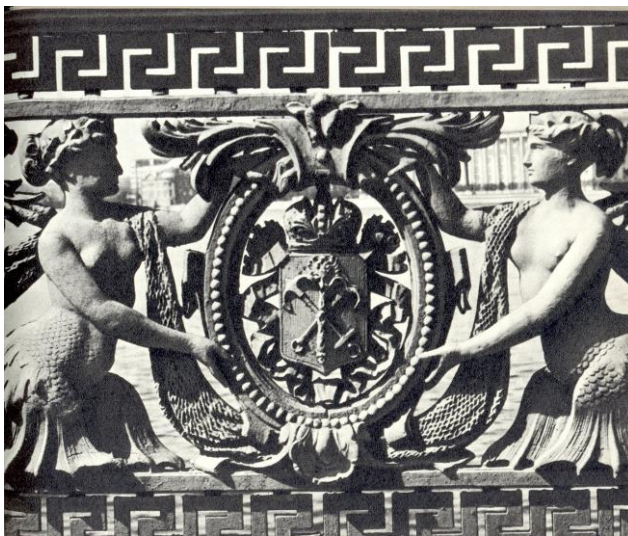


Рис.50. Скульптурные украшения Литейного моста. Санкт-Петербург

Дружно опираясь лапами, откинув головы на мускулистых шеях, они держат в своих пастях тонкие железные цепи, к которым подвешен настил моста. Красивый, сильный зверь не только украшение, внутри него помещена конструкция из металлических стержней, удерживающих цепи. Композиция моста – интереснейший пример синтеза инженерной конструкции и монументальной скульптуры. Львиный мост построен по проекту инженера Г.Третера в 1825-1826 гг.

Из чугуна в большом количестве отливали художественные решетки и ограды.

В работе [39] приводится следующая легенда о Санкт-Петербургских оградах: «Когда-то в Санкт-Петербург приехал пожилой знатный англичанин. Усевшись на раскладном стульчике против решетки Летнего сада (рис.40), он целую ночь любовался этим творением, обогащенным отсветами белой ночи. Утром англичанин отправился обратно в Лондон, при этом заявил: «Теперь я могу спокойно умереть. Я видел совершенство красоты и гармонии». «Оград узор чугунный ...» показан на рис.51.





## Художественный металл



Рис. 51. Решетка Летнего сада. Выполнена по проекту Ю. Фельтена и П.Е. Егорова, 1770-1784 гг.

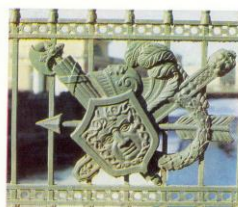
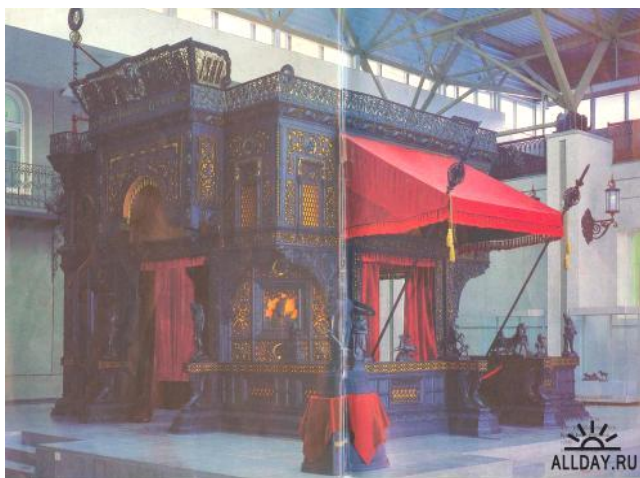


Рис.52. «Оград узор чугунный...»

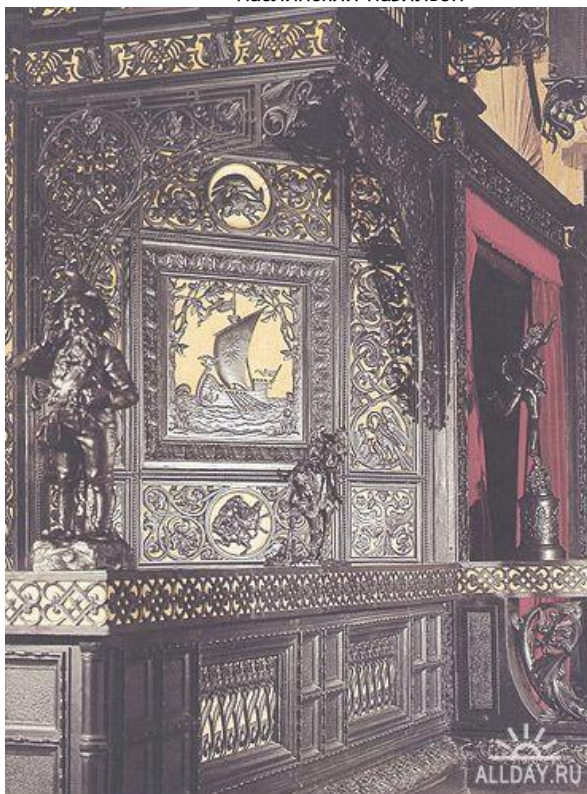


## Художественный металл



а

Каслинский павильон



б

Рис. 53. Каслинский павильон (а) и фрагмент (б);



### Художественный металл

Замечательным творением из чугуна является знаменитый Каслинский павильон для Всемирной выставки в Париже в 1900г., рис. 53. Проект павильона был разработан архитектором Е.Е. Баумгартеном и изготовлен на Каслинском заводе в 1988г. Огромный, почти 5-метровой высоты, с площадью более 100 м<sup>2</sup> павильон кажется сплетенным из литых кружевов многочисленных мотивов самой причудливой вязи. Архитектура была выдержана в византийском стиле, а художественное оформление тесно связана с традициями древнерусского искусства. Павильон состоит из множества литых чугунных деталей, которые отразили все жанры художественного литья: кабинетную структура, тонкие горельефы, филигранный сквозной орнамент, архитектурные детали и чеканные барельефы. Каждая деталь этого произведения искусства, начиная с нижнего карниза, обрамляющего павильон, полированного барьера или колонн и кончая самым маленьким уголком, рамкой или выступом, сложным горельефом или ажурнейшим орнаментом, выполнена с необычайным мастерством, тонкостью и изяществом, центральной, неотъемлемой частью павильона является чугунная скульптура, символизирующая Россию, рис. 54.



## Художественный металл



Рис. 54. Касли. Статуя «Россия».

Скульптор Н. Леверецкий, формовщик К. Тарасов

Закончим рассказ о чугуне представлением изделий мелкой художественной пластики. Всемирно известными являются изделия уральских заводов Касли, Кусы, а также еще мало изученное художественное литье таких литейных заводов, как Каменский, Кушвинский, Верх-Исетский, Сысертский и др., рис.55, 56.





## Художественный металл



Рис. 55. Касли. Поездка на праздник. Чугун.1880-1890гг



Рис. 56. Касли. Киркиз на лошади. Чугун. 1904г

Бурное развитие черной металлургии отрицательно сказывалось на экологии планеты, рис.57.

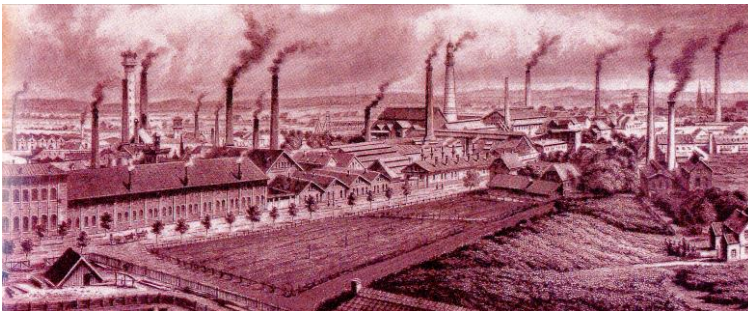


Рис.57. Крупный промышленный центр Эссен в Германии десятками труб изрыгал в небо черный дым. Последняя четверть XVIII века



## 5.2. Сталь

Сталь – это сплав железа с углеродом, содержание которого не превышает 2%. Сталь в последние века и в обозримом будущем будет определять развитие нашей цивилизации [30]. Сталь может быть использована в различных сферах человеческой деятельности. Рассмотрим некоторые области применения стали.

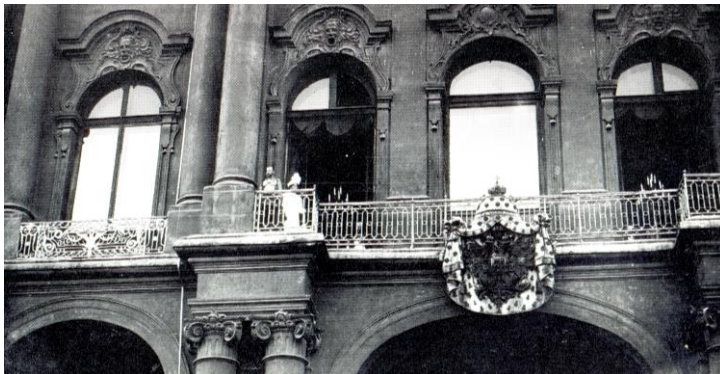


Рис. 58 Царь Николай II и царица Александра Федоровна на балконе Зимнего дворца перед объявлением о вступлении России в Первую мировую войну, 2 августа 1914 г.

### 5.2.1. Кованые изделия из стали

Для изготовления решеток, кованых ворот, бытовых предметов, хозяйственных и архитектурных предметов используется малоуглеродистая сталь с содержанием углерода до 0,25 %. Она обладает достаточной прочностью ( $\sigma_{\text{в}}$  до 450 МПа) и высокой пластичностью ( $\delta$  до 30%), хорошо подвергается пластической деформации в холодном и, особенно, в нагретом состоянии; умелые руки кузнеца из нее могут сотворить чудесные изделия, рис.58-63 и рис.7,26,27, цв. вклейка).



## Художественный металл



Рис. 59. Каминная решетка из стали и бронзы работы тульских оружейников. 1780-е годы. Екатерининский дворец, г. Пушкин



Рис. 60. Центральные ворота дворцовой ограды. Архитектор В. Растрелли. 1750-е годы. Екатерининский дворец, г. Пушкин



а



б

Рис. 61. Европейские кованные изделия:

а - фрагмент кованой ограды балкона конца XVIII в. из Франции,  
б - кованный Сундук Армады из Нюрнберга, XVI в.

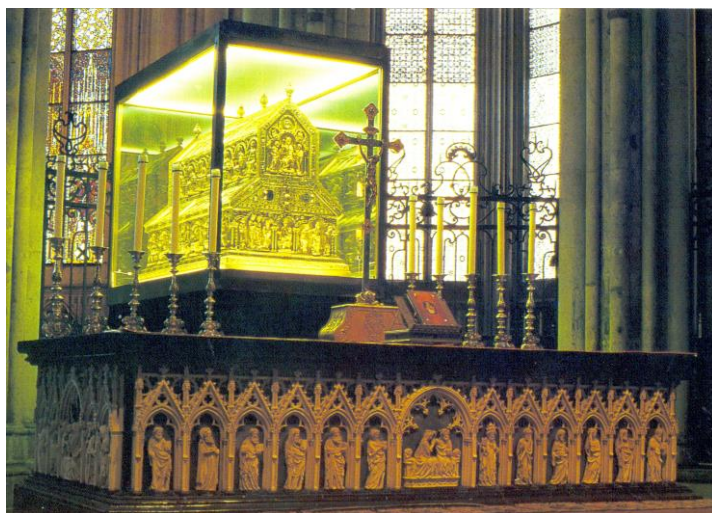


Рис. 62. Кованая решетка вокруг раки Трех Волхвов в Кельнском соборе, 1220 год





Рис.63. Решетчатые ворота, увенчанные орлами, королевским гербом и короной. Версаль, Франция. XVII-XVIII вв.

#### 5.2.2. Холодное оружие и средства личной защиты

Для этих целей требуется высокоуглеродистая (крепкая) сталь с содержанием углерода в пределах 0,8-1,3 %. Боевое оружие – вещь довольно утилитарная.



а



б



в

Рис. 64. Русское холодное оружие: а - сабля жалованная казачья. XVIII в. Сталь; б - шашка. Нач. XX в. Северный Кавказ. Сталь, серебро, чернь. Областной музей краеведения, Ростов-на-Дону; в - сабля и ножны. Мастер И. Просвит. XVI в. Оружейная палата. Москва

В ней мало места для украшения. В старой русской армии были строго регламентированные образцы холодного, или, как прежде на Руси называли, белого оружия, поэтому отступление от этих образцов редко допускалось, рис.64. В старой русской и Советской армии существовал институт наградного оружия. Награда называлась «Золотым оружием». Перед Первой мировой войной оно было причислено к статусу ордена Святого Георгия и стало называться Георгиевским оружием. Высший генералитет русской армии награждался «Золотым оружием» с драгоценными камнями. Таких наград было очень мало.



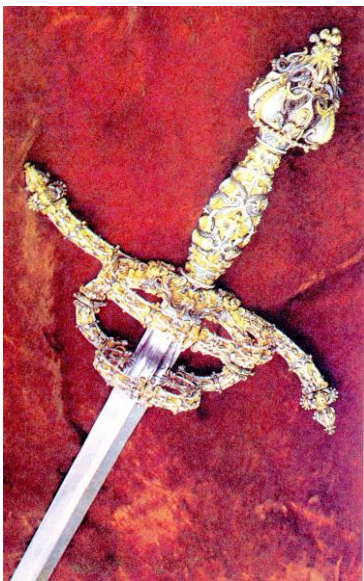
## Художественный металл



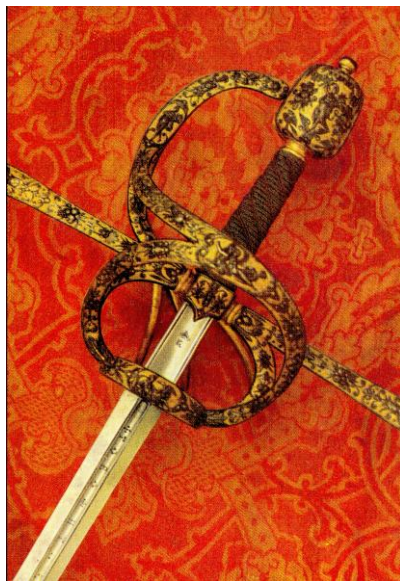
Рис.65. Почетное оружие с золотым изображением Герба СССР. Военно-исторический музей артиллерии, инженерных войск и войск связи. Санкт-Петербург

В советское время этот институт награждения оружием был возобновлен в 1968 году в честь 50-летия Советской армии. Была вручена 21 награда выдающимся военным, командовавшим в Великую Отечественную войну крупнейшими военными соединениями: Ворошилову, Буденному, Жукову, Казакову и другим военачальникам. Награда называлась «Почетное оружие с золотым изображением Герба СССР». Позднее этой награды были удостоены только Фидель Кастро и Л. И. Брежнев, рис.65.

Восточное холодное оружие зачастую включает большое количество золотого украшения и драгоценных камней и демонстрирует влиятельное положение владельца. Роскошность холодного оружия была характерна и для европейского стиля, рис.66.



а



б

Рис.66. Образцы европейского холодного оружия: а - эту великолепную шпагу император Максимилиан II в 1575 г. вручил в подарок саксонскому курфюрсту Августу. Клинок испанских кузнецов украшен эфесом ювелирной работы; б - рапира Даниэля Заделера. Мюнхен, 1600 год

В производстве оружия из «настоящей» дамасской стали славились древнеиндийские металлурги. В словаре Брокгауза-Ефрона сказано, что булат, или, по-другому, дамасская сталь – азиатская узорчатая сталь для клинков холодного оружия, получается свариванием и проковкой цементной стали, причем слои при проковке перепутываются и дают на поверхности клинка разнообразные рисунки. Булат готовится первобытным способом, но превосходного качества, главным образом в Индии и Хорасане (Персия), где издавна куются знаменитые клинки. Другие клинки, кроме старых дамасских и толедских, значительно хуже. Название «дамасская сталь» произошло от имени сирийской столицы – города Дамаск, который был крупнейшим восточным торговым центром. В Средние века секрет производства булатной (дамасской) стали был потерян и только в 1841 году был вновь открыт русским металлургом П.П.Аносовым и описан в работе «О булатах».

По Аносову: булатами называется всякая сталь, имеющая узорчатую поверхность. Виды булатов: табан, кара-табан, хорасан, кара-хорасан, гынды, кум-гынды, нейрис и шам. Достоин-





ство булатов познают азиатцы по узору, по цвету грунта или промежутков между узорами, по отливу поверхности при косвенном направлении лучей света. Лучшими булатами считаются табан, кара-табан и кара-хорасан, а худшим – шам, который включает в себе преимущественно продольные узоры.

Химический состав булатов и характеристика свойств булата по данным различных авторов: П.П.Аносов:  $C=1,3-1,5\%$ , Н.И.Беляев:  $C=1,1-1,3\%$ ; узоры по Д.К.Чернову: результат дендритной ликвации, по А.П.Виноградову: результат неоднородности стали вследствие недостаточно высокой температуры и неполного расплавления металла, по Н.Н.Беляеву: результат характера кристаллизации стали. Чем медленнее процесс кристаллизации и чем больше в стали углерода, тем более крупными являются узоры.

Технология получения булата (по П.П. Аносову):

1. Состав: совершенство булата зависит от чистоты железа и углерода, а твердость его – от количества последнего.

2. Способы приготовления булатов:

- сплавление железных руд с графитом или восстановление и соединение железа с углеродом (древний способ);

- сплавление железа при доступе углей или соединение его предварительно с углеродом и восстановление его посредством закиси железа;

- или с помощью продолжительного отжигания без доступа воздуха;

- и, наконец, сплавление железа непосредственно с графитом или соединение прямо с углеродом (современный способ).

3. Плавка: шихта (10-12 фунтов железа), на нее полагается состав, приготовленный из графита, железной окалины и флюса (горновой камень и (или) доломит. Тигель закрывается глиняной крышкой. Сильный жар. Время плавки – 5 часов и более. Охлаждение тигля вместе с печью. Сплавов в центре имеет усадочную раковину.

4. Отжиг производится для улучшения ковкости и проявления узоров. Литые заготовки (сплавки) загружают в чугунный ящик, закрывают железными листами и края засыпают песком. Нагрев медленный (3 дня) до прокаливанию докрасна, выдержка от 3 до 9 суток. Сталь после отжига удобнее куется, мягче в опилке, менее подвергается короблению в закалке и стойче после оной.

5. Проковка. Сплавов нагревают при слабом дутье в горне, относят молот и кладут на наковальню широким основанием. Проковку начинают на тихом ходу молота, поворачивая слиток в



одну сторону. При первоначальной проковке повторяют нагревы от 3 до 9 раз. Если сплавков не получил трещин, то его рассекают на 3 части зубилами. Чем медленнее проковывается булат и чем чище отсекается, тем он лучше. Разрубленные части идут опять в ковку под молот, где их сначала проковывают в правильные бруски, а потом в полосы: чем медленнее стынет металл под молотом, тем выше его достоинство. Если часть полосы нагреть добела, то при твердом булате она лишается ковкости, а при мягком теряет узоры. Никакая сталь не должна перегреваться при ковке.

6. Ковка изделий. Приемы при ковке наблюдаются те же самые, какие и при всякой другой стали, но только нагревать должно сколь возможно менее и не более мясно-красного цвета; а окончательная ковка, или наклепка, не требует и этой степени жара, а довольно, если металл будет нагреваться до вишнево-красного.

7. Калка. Нагрев откованную вещь докрасна, погружают ее в горячее сало и, дав ей время остыть, вынимают, обтирают и с одной стороны вычищают точильным камнем для дальнейшего наблюдения за появлением цветов (побежалости при отпуске). Нагревание закаленной стали называется отпуском, и главнейшие степени его по цветам суть: желтый, фиолетовый, синий, зеленый. Желтый цвет означает самую малую, а зеленый – самую большую степень отпуска, при которой упругость начинает теряться. Изделие снова немного нагревают над углями и наблюдают за появлением цветов; например, при закалке сабельного клинка у ручки отпускают до зеленого цвета, а у конца до синего, а в середине – до фиолетового, стараясь, чтобы на месте удара у лезвия оставался желтый цвет. Клинок, таким образом, отпущенный, выправляется (рихтуется) острым молотком и еще горячий погружается в холодную воду. Подобным образом закаливается всякое булатное оружие. Но если хотят вместо наибольшей стойкости получить наибольшую упругость, то в таком случае отпуск делается ровный, как в середине, так и в конце клинка, до синего цвета.

*По современным представлениям структура булата после термической обработки должна представлять мелкозернистый цементит на фоне отпущенного троосто-мартенсита (прим.наше – **БТ.**).*

8. Точка и полировка. При точке и полировке необходимо следить, чтобы режущая кромка не нагревалась выше желтого или синего цвета. Лучше ее проводить на мокрых точилах.

9. Вытравка. Персидский железный купорос, содержащий,



## Художественный металл

кажется, часть сернокислой глины, почитается лучшим средством для вытравки клинков. Для составления протравы он предварительно кипятится с водой в свинцовом сосуде. На 1 штоф (1,23 л) воды употребляют до 1/4 фунта купороса. Вытравляемый клинок должен быть совершенно чист и свободен от масла и др. жирных частей; клинок предварительно очищают мелкой золой или щелоком, обмывают в чистой воде и потом опускают в теплый раствор или раствором часто поливают, держа клинок над сосудом с раствором. Когда узоры и грунт обнаруживаются, то вынимают клинок, обмывают несколько раз щелоком и холодной водой и потом с возможной скоростью обтирают клинок досуха, стараясь как можно слабее прикасаться сухой льняной ветошью к клинку. Узоры также выявляются при смачивании клинка лимонным соком, пивным уксусом. Протравленный клинок смазывают деревянным маслом и вытирают, рис. 67.



Рис.67. Булатный кинжал, изготовленный на Златоустовской оружейной фабрике, где директором работал П.П.Аносов. Кинжал изображен на фоне, представляющем увеличенное изображение узора поверхности клинка [43]

В России холодное оружие изготовлялось на знаменитой Златоустовской фабрике. В Германии традиционными центрами изготовления холодного оружия издавна были Пассау и Золинген, а в Испании славилось холодное оружие города Толедо, символом которого являлся памятник женщине, держащей над головой меч, рис.68.



## Художественный металл

Ниже приводится технология изготовления знаменитых толедских клинков [4].



Рис. 68. Один из символов г. Толедо: женщина с мечом у замка Алькасар. Испания

Испанское холодное оружие, особенно сделанное в Толедо, всегда отличалось техническим мастерством, художественным совершенством и пользовалось заслуженной славой. Еще у древних римлян высоко ценились изготовленные кельтиберскими кузнецами мечи. Под влиянием арабского искусства, а позднее – искусства эпохи Возрождения испанские оружейники создавали настоящие шедевры.

Каждая мастерская имела и хранила втайне свои собственные секреты. Клинок обычно приготавливали не из одного куска, а складывали вместе три полосы: две стальные снаружи и одну из мягкого железа в середине. Полосы соединяли путем кузнечной сварки так, чтобы средняя мягкая полоса несколько выступала с одного конца (к этому концу потом прикрепляли эфес).

Другой конец заготовки, т.е. лезвие клинка, вытягивали на наковальне сначала в горячем, затем в холодном состоянии с промежуточными отжигами. Качество холодного оружия очень зависит от закалки. Клинок, нагретый до красного каления, охлаждали в проточной воде, а чтобы он сохранил достаточную вязкость, снова нагревали до не очень высокой температуры, т.е. производили отпуск. Такая термическая обработка мало чем от-





### Художественный металл

личается от самого распространенного сегодня процесса улучшения стали. Эти технологические приемы и правила передавались из поколения в поколение, и кузнецы строго их соблюдали. Температуру закалки и отпуска они определяли по цвету раскаленного металла и по так называемым цветам побежалости (цвета, которые приобретает поверхность стального изделия после нагрева до определенных температур).

Установлен был даже угол наклона, под которым следует погружать закаливаемый клинок в проточную воду. Предусматривалась целая серия испытаний качества. Чтобы проверить равномерность закалки, клинок укладывали на подушку и изгибали в разных местах от эфеса до острия. Затем следовало другое испытание: клинок вдавливали острием в лежащую на земле свинцовую плиту и, не снимая нагрузки, изгибали и закручивали в разных направлениях. Для проверки твердости лезвия и вязкости клинка служила также проба на шлеме: испытуемым клинком трижды наносили удар по шлему полукруглой формы. Если все испытания проходили успешно, можно было приступать к окончательной обработке и художественной отделке изделия, выглаживанию и полировке клинка, вытравливанию надписей и узоров, золочению или серебрению эфеса.

На рис. 69-70 показаны кованые латы и круглый щит из Дрезденского исторического музея.



Рис.69. Латы, итальянская работа, середина XVI века. Дрезденский исторический музей



## Художественный металл



Rundschield,  
polnisch-deutsche  
Arbeit, 16. Jahrhundert  
Щит круглый, польско-  
немецкая работа, 16 век

Tarcza okrągła –  
praca polsko-  
niemiecka, 16 w.  
Щит, польско-немецкая  
работа, 16. столетие

Рис.70. Щит Рискруглый, польско-немецкая работа. XVI век.  
Дрезденский исторический музей

В России холодное оружие изготовлялось на знаменитой Златоустовской фабрике. В Оружейной палате Московского Кремля находятся интересные экспонаты из булатной стали, [11]. На рис. 71-72 приводятся два экспоната из булатной стали.



а



б

Рис. 71. Рогатина тверского князя Бориса Александровича (а) и ее фрагмент (б). XV век. Булатная сталь, серебро. Ковка, полировка, резьба. Оружейная палата Московского Кремля



## Художественный металл



Рис. 72. Щит булатный боярина Федора Мстиславского. XVI век. Булатная сталь, бирюза, золото. Ковка, полировка, инкрустация. Мастер Мумин-Мухамет. Иранский Азербайджан

### 5.2.3. Сталь в уникальных художественных и промышленных сооружениях

Эйфелева башня – стальная башня, сооруженная по проекту А.Г. Эйфеля в Париже для Всемирной выставки 1889 года как символ достижений техники в XIX веке. Используется как обзорная и радиотехническая башня (рис.73).



Рис. 73. Эйфелева башня. 1889 год, Париж

В горизонтальной проекции Эйфелева башня опирается на квадрат площадью в 1,6 гектара. Вместе с антенной ее высота составляет 320,75м, она весит 8600 т, и, как уверяют специалисты, в процессе ее постройки было заклепано 2,5 миллиона за-



## Художественный металл

клепок. 12000 деталей для башни изготавливались по точнейшим чертежам. Самая высокая по тем временам башня в мире была смонтирована 250 рабочими в поразительно короткий срок. 16 опор, на которых держится башня (по четыре в каждой из четырех «ног»), были снабжены гидравлическими подъемными устройствами, дабы обеспечить абсолютно точный горизонтальный уровень первой платформы. И хотя нивелировка потребовалась незначительная, без этих домкратов поставить башню не удалось бы никогда. Башня, возведенная за 26 месяцев, оставалась самым высоким сооружением в мире до 1931 года, когда в Нью-Йорк-сити был построен небоскреб Эмпайр-стейт-билдинг.

Подвесной мост замка Конуэй (IX век). На северном побережье Уэльса стоит крепость Конуэй, окруженная почти 2-километровой стеной с тремя воротами и двадцатью двумя башнями. В 1824 году архитектор Томас Телфорд смело соединил подвесным мостом берега реки Конуэй, взяв за образец его оформления башни средневековой крепости, рис.74.



Рис.74. Подвесной мост, выкрашенный белой краской, в замке Конуэй. 1824. Гвинедд, Великобритания

Большой Охтинский мост, возведенный в 1908-1911 годах по проекту инженера Г.Кривошеина и архитектора В.Апышкова, пересек Неву немного выше по течению от того места, где в нее впадает река Охта. Разводной пролет предусмотрен в центре речного русла, а боковые части перекрыты без промежуточных опор двумя длинными, 136-метровыми, стальными фермами арочного типа, к которым снизу подвешена проезжая часть [27].

Мост очень удобен для судоходства, однако архитек-





## Художественный металл

турные достоинства его представляются весьма сомнительными. Мощные фермы, расположенные над проезжей частью, загораживают панораму Невы, на берегу которой в этом месте находится замечательный памятник русской архитектуры середины XVIII века – Смольный монастырь. Откровенный «инженеризм» облика Большого Охтинского моста – следствие чисто утилитарного подхода к его проектированию. До Октябрьской революции Охта была далекой рабочей окраиной, и поэтому проектировщиков мало волновал вопрос, как мост будет «увязан» с панорамой Невы, рис.75.

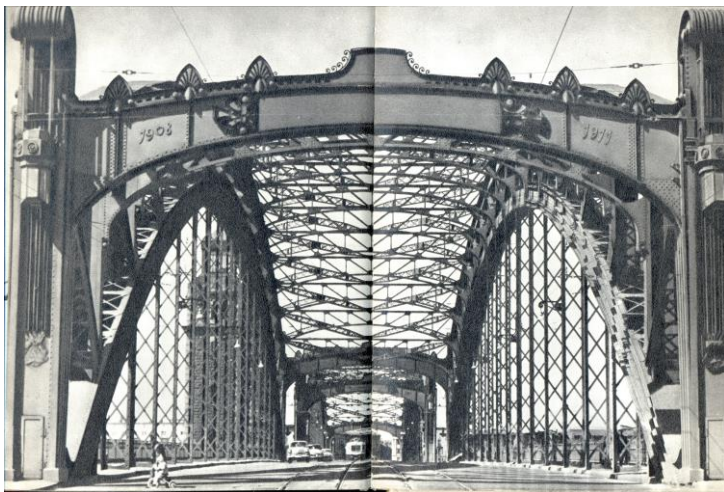


Рис.75. Охтинский мост. 1908-1911. Санкт-Петербург [26]

Эмпайр-стейт-билдинг (Empire State Building) стоит в одном ряду с такими знаменитыми во всем мире постройками, как пирамида Хеопса и Тадж-Махал. Этот небоскреб был и остается символом блистательного и очаровательного Нью-Йорка. Размеры здания: в нем 102 этажа, высота – 381м, а вместе с телевизионной башней – 449м, масса – 331000 т, построен на двухэтажном фундаменте; его поддерживает стальная конструкция массой 54000 т. Этот небоскреб выполнен в скромном, но элегантном стиле арт-деко. По серому каменному фасаду ввысь тянутся полосы нержавеющей стали, рис.76.



## Художественный металл



Рис.76. Эмпайр-стейт-билдинг. 1931, США. Светлые полосы на фасаде здания – из нержавеющей стали; высота здания вместе с телевизионной башней равна 499м

Американцы относятся к небоскребу Эмпайр-стейт-билдинг как к восьмому чуду света [2].

**Центр Помпиду** – национальный Центр искусства и культуры имени Жоржа Помпиду (Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou) – это здание, внешний облик которого трудно забыть. Бесчисленное число разноцветных труб, тянущихся снизу вверх по его торцевым фасадам, прозрачные галереи эскалаторов и переходов по лицевой стороне – все это скорее напоминает огромную фабрику или нефтеочистительную установку. Но не следует думать, будто подобный дизайн – всего лишь бессмысленная прихоть очередного авангардиста. Просто архитекторы, приняв во внимание стремительные изменения современной технологии, сочли нецелесообразным уводить под пол водопроводные трубы, прятать в стены кондиционеры, рис.77.



Рис. 77. Центр Помпиду. 1977 год, Франция

Центр Помпиду, построенный в стиле «хай-тек», критикуют те, кому трубы и коммуникации, выставленные напоказ вдоль внешних стен здания, представляются бессмысленным уродством. Многие заявляют даже, что Центр вообще никакого отношения к архитектуре не имеет, уверяя, что это всего лишь сляпанное на скорую руку техническое сооружение. Но в том-то и парадокс, что Центр Помпиду по сути своей гораздо ближе духу классической архитектуры, чем иное современное здание, имитирующее тяжеловесный грегорианский стиль. Как греческий храм горделиво выставлял напоказ колонны, подпирающие его крышу, так же и Центр Помпиду не стесняется показать металлический «костяк», на котором держится весь его корпус, и не скрывает необходимых элементов своего технического оснащения. По мере развития технологии грани между архитектурой и техникой стираются все больше и больше [2].

**Арка в Сент-Луисе** (Gateway Arch) – это большие ворота из нержавеющей стали. Но только они не настоящие, а символические, потому что напоминают о той роли, которую Сент-Луис играл когда-то давно, во времена первооткрывателей. Тогда этот город называли Воротами на Запад. Высота арки 192м. Она символизирует надежду примирения человека и Бога. В Библии гово-



## Художественный металл

рится: Бог создал радугу, когда кончился Потоп, и Ной, его семья и все животные покинули ковчег, чтобы снова заселить опустевшую землю.



Рис.78. Арка в Сент-Луисе. 1967 год, США – это большие символические ворота (на дикий Запад) из нержавеющей стали; высота арки – 192 м

Радуга – это знак того, что Бог никогда больше не пошлет потопа «на опустошение земли», поэтому она кажется достойным памятником тем исполненным надежд мужчинам, женщинам и детям, которые покинули спокойный и безопасный мир, чтобы заселить просторы Запада.

Проект Арки выполнил американский архитектор Эро Саринен. Готова она была в 1967г. Внутри этого сооружения есть лифты, которые поднимают туристов к смотровым окнам, откуда открывается впечатляющий вид на город Сент-Луис и реку Миссисипи, рис. 78.

**Сиднейская опера и портовый мост** (Харбор-бридж) являются символами крупнейшего города Австралии – Сиднея. Портовый мост – это функциональная стальная конструкция серого цвета, которую жители Сиднея называют *«вешалкой для одежды»*. Арка моста сочетает в себе мощь и элегантность, рис.79.



## Художественный металл



Рис.79. Сиднейская опера (1973г.) с белыми бетонными парусами как у взлетающего лебедя и портový мост, «вешалка для одежды» (1923-1932 гг.) являются символами Сиднея. Австралия

Проект был разработан австралийским инженером-железнодорожником родом из Сендгейта, штат Квинсленд, по имени Джон Джоб Кру Брэдфилд. По мосту проходит железнодорожная линия.

Общая длина моста – 1150м, а расстояние между арочными фермами – 503м. Самая высокая точка моста находится на расстоянии 135м от воды. С пешеходной дорожки на его восточной стороне открывается прекрасный вид на оживленный порт и на город.





## Русский мост



Рис. 80. Для сооружения каждого ростверка пилона понадобилось примерно 20 000 кубометров бетона и около 3000 тонн металлоконструкций

Русский мост — вантовый мост во Владивостоке, соединяющий полуостров Назимова с мысом Новосильского на острове Русском. Имеет самый большой в мире пролёт среди вантовых мостов, длиной 1104 метра, и первые по высоте пилоны — 324 м.

Параметры моста:

- Общий вес главной металлической балки жёсткости руслового пролёта — 23 000 т
- Общая длина моста — 1885,53 м
- Общая протяжённость с эстакадами — 3100 м



### Художественный металл

- Схема моста:  $60+72+3\times 84+1104+3\times 84+72+60$  м
- Длина центрального руслового пролёта — 1104 м
- Ширина моста — 29,5 м
- Общая ширина проезжей части — 21 м
- Число полос движения — 4 (2 в каждую сторону)
- Подмостовой габарит — 70 м
- Количество пилонов — 2
- Высота пилонов — 324 м
- Самая длинная/короткая ванта — 579,83/135,771 м

**Байтерек** — монумент в столице Казахстана, Астане, одна из основных достопримечательностей города (каз. Бәйтерек — перен. значение «опора, защитник»). Проект разработан по инициативе президента РК Нурсултана Назарбаева известным своими hi-tech сооружениями Норманном Фостером. Структура башни символизирует три основы мироздания — подземный, земной и небесный миры. На глубине четыре с половиной метра находится нижний уровень, где располагаются кафе, аквариумы и мини-галерея «Байтерек». Высота постройки составляет 97 метров, что символизирует 1997 год, год провозглашения новой столицы. Металлическая конструкция башни весит больше 1000 тонн и стоит на 500 сваях. На вершине находится огромный шар из стекла диаметром 22 метра и весом 300 тонн. Общая высота составляет 105 метров.

«Байтерек» своим расположением и композиционным строением выражает космогонические представления древних кочевников, по преданиям которых на стыке миров протекает Мировая река. На её берегу возвышается Дерево жизни — Байтерек (каз. Бәйтерек - "тополь"), корнями удерживающее землю, а кроной подпирающее небо.



Рис. 81. Монумент Байтерек. Астана, Казахстан

Корни этого дерева, соответственно, находятся в подземном мире, само дерево, его ствол — земном, а крона — в небесном. Каждый год в кроне Дерева священная птица Самрук откладывает яйцо — Солнце, которое проглатывает дракон Айдахар, живущий у подножия дерева жизни, что символически означает смену лета и зимы, дня и ночи, борьбу Добра и Зла. «Байтерек» означает молодое, крепкое, растущее дерево, символизирует собой государство, сохранившее свои исторические корни, имеющее прочную опору и устремленность к будущему процветанию.

**О “London Eye”.** Самое большое колесо обозрения в мире находится в Лондоне и название этого колеса – “Глаз Лондона”. Высота колеса 135 метров или 443 фута и достигает высоты сорока пятиэтажного. 6 лет продолжалось строительство, 31 декабря 1999 года колесо обозрения Лондона было запущено и приняло первых посетителей. Отдаленно колесо обозрения напоминает велосипедное колесо.



Рис. 82. Колесо обозрения «Лондонский глаз»

На нем располагаются 32 кабинки для туристов. В каждой кабинке помещается до 25 человек. Скорость вращения колеса обозрения мала примерно 0.9-1.6 километров в час. Полный оборот происходит за полчаса. На ободе колеса закреплены прозрачные кабины-капсулы вместимостью двадцать пять человек каждая. Их всего тридцать две – по количеству пригородов Лондона. Приводится в движение эта машина с помощью двух небольших двигателей, притом, что вес конструкции составляет 1700 тонн. За полчаса, в течение которого колесо обозрения совершает полный оборот, его посетители могут как на ладони наблюдать виды Лондона и его достопримечательности. Лондонский глаз излюбленное место влюбленных, а в новогодние и рождественские праздники – площадка для обзора фейерверков.





17th Century Turkish "Ups-and-Downs"

1



2



3

Рис. 83. Турецкий рисунок XVII века, прообраз современных колёс обозрения (1). Первое колесо Ферриса в Чикаго, 1893(2). Венское колесо обозрения ночью (3)

В Москве сегодня имеется 7 колес обозрения, установленных в различных парках. Самое низкое колесо — 25 м; самое высокое — 73 м. Возраст большинства аттракционов более 10 лет; самое старое — колесо в Измайловском парке, построенное в 1958 году. 30 июня 2012 года в парке культуры и отдыха поселка Лазаревское в Сочи открыли колесо обозрения диаметром 80 м. Колесо изготовлено под руководством конструктора В. Гнездилова, который в 1995 году создал Колесо имени 850-летия Москвы. На нем установлены 14 кабинок вместимостью шесть человек и 14 открытых кабин по четыре человека.

#### 5.2.4. Изделия из нержавеющей стали

Нержавеющие стали – это такие стали, которые не подвергаются коррозии в различных агрессивных средах. Основным компонентом состава нержавеющей сталей, обеспечивающим коррозионную стойкость, является хром (Cr), содержание которого по массе превышает 13%. На поверхности стали образуется очень прочная и плотная пленка  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , которая препятствует окислению стали. По структуре нержавеющая сталь подразделяется на ферритную и аустенитную. Другие структуры в данном случае мы не рассматриваем. Малоуглеродистая (с содержанием углерода около 0,08% и хрома 13-18%) имеет ферритную структуру, обладает достаточной прочностью (300-500 МПа) и высокой пластичностью ( $\delta=20$  и более процентов), легко обрабатывается резанием и методами пластической деформации, хорошо сваривается, полируется до зеркального блеска и имеет слегка синеватый красивый цвет.



## Художественный металл



Рис.84. Рабочий и колхозница. В. И. Мухина.  
Нержавеющая сталь. Дифовка. 1937г.

Идет на изготовление различных изделий для пищевой, химической, медицинской, бытовой и иных целей, а также для изготовления изделий художественного назначения. Если в хромистую нержавеющую сталь добавить 10 и более процентов никеля, то получим аустенитную структуру, еще более устойчивую в коррозионном отношении. На практике очень широкое применение нашла сталь марки X18H9T (типа «цепторовской»). Эта сталь обладает аналогичными свойствами, как и ферритная, но имеет более серебристый приятный цвет.



## Художественный металл

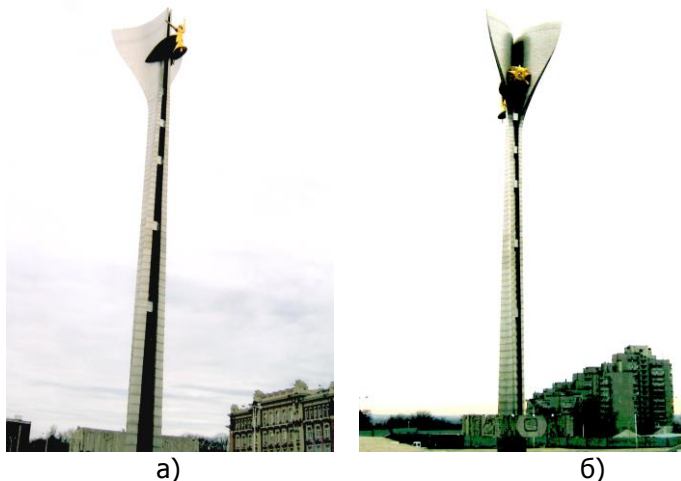


Рис. 85. Стела из нержавеющей стали с богиней Ника на лицевой стороне (а) и орденом Отечественной войны – на обратной (б).  
Город Ростов-на-Дону, Театральная площадь



Рис.86. Стилизованные чеканные изображения советского народа-созидателя. Нержавеющая сталь. Дворец культуры завода «Красный Аксай», г. Ростов-на-Дону

Монумент "Родина-мать" в Киеве, рис 87. Высота скульптуры (от пьедестала до кончика меча) — 62 м, а с пьедесталом — 102 метра. Весит это все 450 тонн. Стальную обшивку сварили специалисты Института электросварки имени Патона. Суммарная длина швов составила около 30 км. На ее изготовление ушло 5500 тонн бетона и 2400 тонны железных конструкций. Впервые в СССР скульптура таких размеров была изготовлена на Киевском заводе им. Парижской Коммуны с учетом рекомендаций института электросварки им. Е.О. Патона из листов нержавеющей стали размером 50х50 см и толщиной 1,5 мм отдельными блоками-секциями, весом 25-30 т. На рис. 87б видны фрагменты отдельных листов нержавеющей стали и сварные швы.



а



б

Рис. 87. Монумент "Родина-мать". Скульптор Василий Бородай. Киев, 1981 г.

Монумент Вечной славы в г. Днепропетровске, высотой 9 м, отлит из нержавеющей стали методом литья по выплавляемым моделям по отдельным частям (кускам). Отлитые куски после чеканки собирали и сваривали в единое целое. Толщина стенок отливки составляет 10-25 мм. Плавку металла осуществляли в электропечах. Препятствием для широкого применения такой стали как материала для монументальных скульптур являются ее низкие литейные свойства.

Украшения из нержавеющей стали – это, как правило, украшения для мужчин: браслеты (в т. ч. для часов), кулоны, кольца, запонки, изготовленные в комплекте и в одном стиле с зажигалкой, авторучкой, кольцом для ключей и т. п.



## Художественный металл



1



2



3

Рис.88. Конная статуя Чингисхана, Д. Эрдэнэбилэг. 2008. Монголия, Туве, Эрдэнэ, Цонжин-Болдо. Высота статуи – 40 м без учёта десятиметрового постамента. Изваяние покрыто нержавеющей сталью весом 250 тонн (1,2); Скульптура монумента «Родина-мать». Нержавеющая сталь. Литье. Днепропетровск. 1967г.(3)