

История сварочной техники и технологии

Томас Константин Иосипович,
кандидат технических наук,
доцент

Сварка в древности

Сварка в древности

Еще в глубокой древности при помощи каменного орудия из самородков золота, серебра, меди можно было обковывать пластинки, острые лезвия, скребки и т. п., которые для увеличения их размеров соединяли между собой.

Нанося удары по сложенным вместе кускам металла, удавалось добиться их соединения.

Это был уже один из видов сварки - ***сварка в холодном состоянии путём приложения деформирующих усилий.***

Способ **холодной сварки** совершенствуется до сих пор и находит эффективное применение в наше время.

Сварка в древности

За несколько тысячелетий до нашей эры некоторые племена научились добывать из руды медь. Но техникой литья они ещё не овладели и, чтобы изготовить крупное изделие из меди, им приходилось прибегать к сварке отдельных подогретых кусков металла.

Подогрев металла до пластического состояния облегчал схватывание, а процесс соединения напоминал ковку. Поэтому он и называется **кузнечной сваркой**.

Сварка в древности

Появление нового материала - бронзы заставило древних умельцев приняться за разработку новых методов сварки.

Дело в том, что бронза имела более высокую прочность, твёрдость, сопротивление истиранию по сравнению с медью. Однако её пластичность была значительно ниже пластичности меди. Поэтому сварка бронзы методом пластической деформации, даже с подогревом, не обеспечивала образования соединения.

Вероятно, древние мастера не раз наблюдали, как перегретые капельки расплавленной бронзы, попадая на бронзовые пластины, иногда прочно "схватывались" с ними.

Вот этим свойством - схватываться, привариваться - и воспользовался неизвестный изобретатель **литейной сварки**, сущность которой заключалась в том, что **зазор между соединяемыми заготовками заполнялся расплавленным металлом и деформирование сварного соединения происходило в твердожидком состоянии.**

Этим способом, вероятно, были изготовлены бронзовые сосуды высотой 310 мм с толщиной стенок всего 0,5...0,7 мм в Древней Греции.

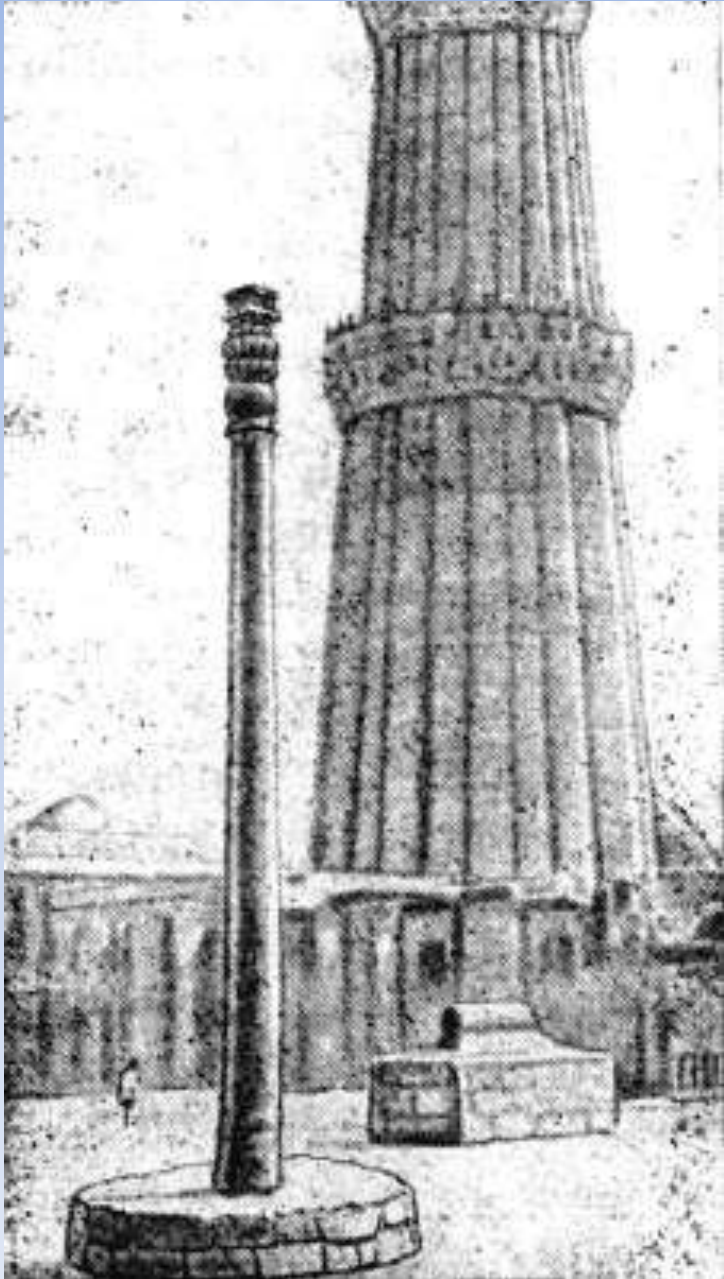
Сварка в древности

В III...II тысячелетиях до н. э. в различных районах земного шара начали получать железо.

При этом в некоторых случаях масса изделий намного превышала то количество металла, которое можно было получить за одну плавку по существовавшей тогда технологии.

Наиболее ярким примером является знаменитый памятник в Индии - колонна, выполненная из весьма чистого железа (**99,97% Fe**).

Сварка в древности



Железный "столб
счастья" в г. Дели
(Индия). По
народному поверью,
будет счастлив
каждый, кто,
прислонившись к
этому столбу,
охватит его руками

Сварка в древности

Колонна весит около 6,5 тонн, имеет высоту 7,3 м при диаметрах у основания 416 мм, а у верха - 295 мм и относится она к 415 г. н. э.

А ведь вплоть до начала XIX века не было известно способов получения температур, достаточных для расплавления железа и литья изделий из него. Горение обыкновенной древесины создаёт температуру 1000...1100 °C, достаточную для плавления меди и её сплавов. Но чтобы выплавить чистое железо, нужна температура порядка 1550 °C. Нет печей и неизвестны методы создания такой температуры, причём понадобятся тысячелетия, прежде чем появятся технические возможности достижения её.

Сварка в древности

Одной из гипотез, объясняющей создание этой колонны, является применение **кричного метода получения железа с последующей ковкой заготовок (кузнечной сваркой криц) в нагретом состоянии.**

Сначала в горнах при температурах порядка 1000 °C восстановлением железной руды древесным углем получали крицу, имеющую вид губчатой массы и состоящую из зёрен чистого железа и шлака.

А затем крицу неоднократно проковывали в нагретом состоянии.

При этом отдельные частицы железа соединялись - сваривались, образуя плотный металл.

Такое железо называли **сварочным**.

Для того, чтобы увеличить массу металла, отдельные заготовки разогревали до белого каления, складывали вместе и проковывали.

Сварка в древности

Высокого мастерства достигли кузнецы-сварщики в изготовлении орудий труда и оружия.

Множество железных мечей хранится в различных музеях мира. Удивительны по своей конструкции мечи I-II вв., найденные на местах бывших римских крепостей, поднятые с затонувших кораблей.

Клинки мечей неоднородны по толщине и представляют собой **чередующиеся в определённой последовательности слои твёрдой стали и мягкого железа.**

Такие мечи обладали высокой прочностью и к тому же были самозатачивающимися.

Сварка в древности

Современными методами металлографии установлено, что один из клинков имел **одиннадцать слоёв**.

Такая работа требовала овладения всеми премудростями кузнечной сварки, огромного опыта, интуиции (о науке говорить было ещё рано).

Многослойные тонкие клинки с дифференцированными свойствами можно считать вершиной **кузнечной сварки**.

Сварка в древности

В античные времена высокого экономического и общественного развития достигла Эллада.

Кузнечное ремесло было в таком почёте, что, согласно греческой мифологии, им не погнушался заниматься один из олимпийских богов - **Гефест, покровитель искусств и ремёсел.**

Сварка в древности

В железном веке использовалась и такая технология получения неразъёмных соединений, как **пайка**.

Рано или поздно древние ювелиры должны были обнаружить, что для соединения металлов и сплавов методом заливки можно применять такие сплавы, которые плавятся при меньшей температуре, чем основной соединяемый металл.

Так, стоило только в золото добавить медь или серебро, как образовывался сплав с меньшей, чем у исходных компонентов, температурой плавления.

Например, сплав 20% золота и 80% меди плавится при температуре 886 °C (тогда как температура плавления технически чистого золота 1064 °C, а меди - 1083 °C), сплав 70% серебра с 30% меди плавится при 780 °C (температура плавления чистого серебра 961 °C).

Это свойство сплавов и было использовано для **пайки**.

Сварка в древности

Многие золотые украшения и предметы быта, найденные в скифских курганах, сделаны с помощью пайки.



Золотая бляха с изображением борьбы фантастического хищника с лошадыю.

Из сибирских курганов, коллекция Кунсткамеры.

Сварка в древности

Кузнецы аланских племён, владевшие технологией кузнечной сварки стали и железа, в VIII...X вв. использовали для пайки деталей из бронзы, серебра и золота **легкоплавкие свинцово-оловянистые припои.**

Сварка в древности

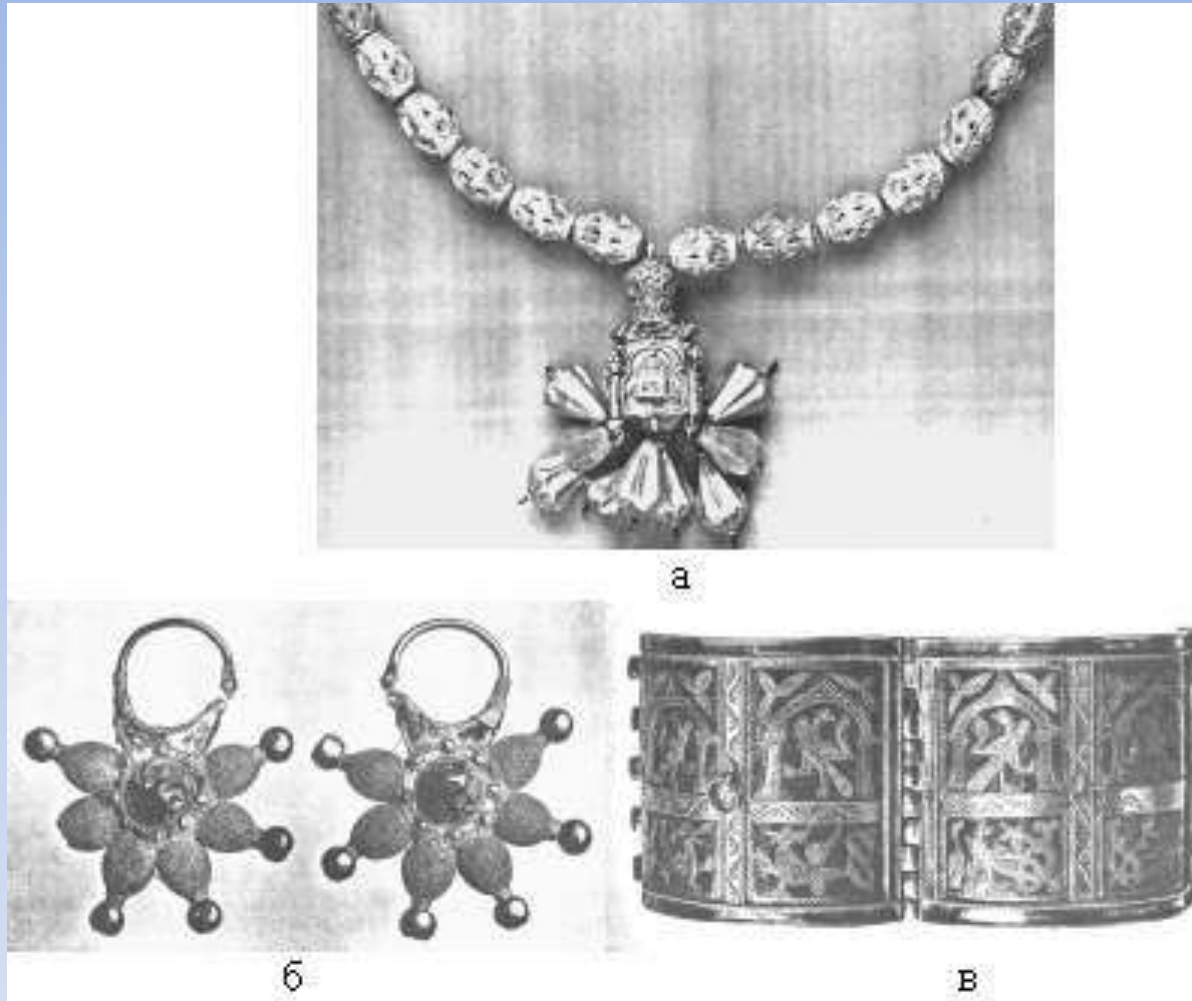
Значительного успеха искусство металлообработки достигло в Киевской Руси в IX...XII вв.

Уровень производства и обработки был достаточно высоким, чтобы изготавливать прекрасные ювелирные украшения, вооружение и многочисленные орудия труда. Эти изделия отличались высоким качеством и чистотой сварных швов в местах соединений.

Для изготовления мечей, наконечников копий применяли сталь и железо различных сортов. Часто из прочной стали делали только режущую кромку и наваривали на неё кузнечным способом сталь помягче.

Кузнецы даже клеймили свои изделия, наваривая на металл буквы и знаки.

Сварка в древности



Ювелирные украшения:
а - ожерелье; б - колты; в - браслет.
XII век, пайка

Сварка в древности

Развитие производительных сил, подъём экономики на Руси, освободительная борьба русского народа против монголо-татарского ига подняли на новую ступень **кузнечно-сварочное дело**.

В 1382 году против орды хана Тохтамыша использовали ковано-сварные пушки, при изготовлении которых железную крицу расковывали в лист, а затем его скручивали на железной оправке в трубу. Взаимно перекрывавшиеся кромки листа сваривали внахлёстку продольным швом.

Затем на эту трубу наворачивали ещё один или два листа, следя за тем, чтобы сварные швы не совпадали. Получалась часть ствола.

Несколько таких многослойных частей заготовок соединяли между собой. При этом сопрягаемые концы заготовок предварительно отковывали в виде внутреннего или наружного конуса, что позволяло их затем соединить внахлёстку **кузнечной сваркой**.

Сварка в древности

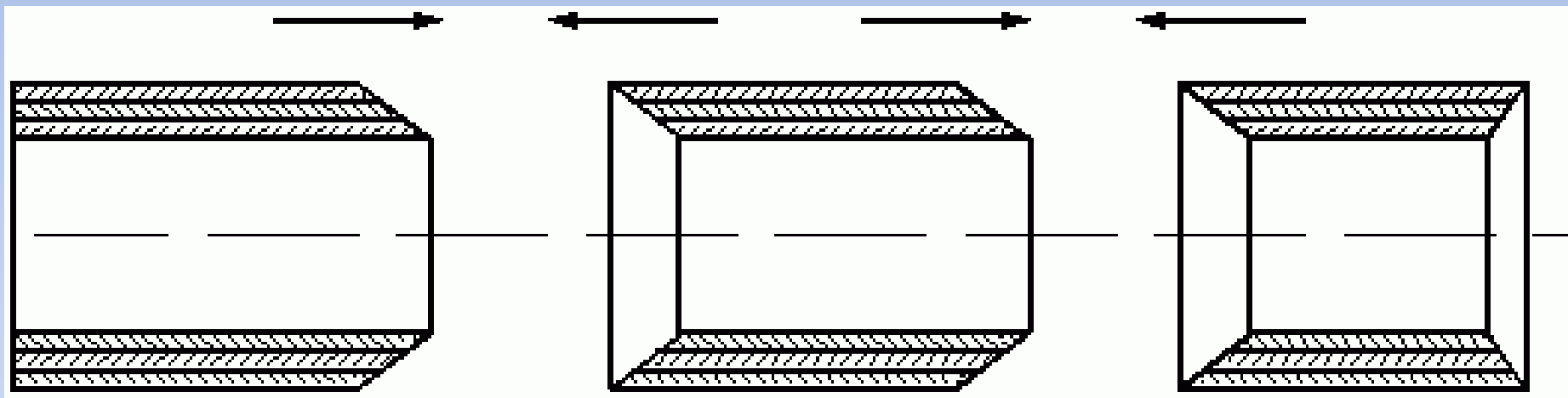


Схема элементов ствола пушки, получаемого кузнечной сваркой

Сварка в древности

В XIX в. в промышленности кузнечная сварка была механизирована. От кустарного производства перешли к заводскому цеху высокой производительности.

Ручной труд молотобойца заменяется работой машин, механическими молотами с весом бойка до 1 т, производящими от 100 до 400 ударов в минуту.

Стыки более крупных деталей обжимаются на мощных гидравлических прессах.

Значительно улучшились конструкции печей для нагрева свариваемых деталей, заменивших первоначальные примитивные кузнечные горны.

Печи переводятся на твердое, жидкое и газообразное топливо.

Сварка в древности

Технология кузнечной сварки также была усовершенствована.

Способом кузнечной сварки готовили **биметалл**. Листы разнородных металлов собирали в пакет, который нагревали в печах и пропускали через валки прокатного стана.

Значительное применение кузнечная сварка находила в производстве **сварных стальных труб с прямолинейным продольным нахлесточным швом**; кромки шва предварительно скашивали, заготовку нагревали в печи и затем шов прокатывали на сердечнике.

Таким способом изготавливали трубы диаметром от 40 до нескольких сотен миллиметров. Помимо **прямошовных**, изготавливали и **спирально-шовные трубы** диаметром до 600 мм.

Сварка в древности

Однако во многих отраслях такая сварка сдерживала производство. Так имела следующие недостатки:

- Большая трудоёмкость
- Малая производительность
- Необходимость создания громоздких печей и молотов
- Качество сварных швов было нестабильное и не удовлетворяет требованиям развивающейся техники (при большом числе свариваемых заготовок имели место дефекты - непровары, приводившие к расслоению металла и разрушению нагруженных деталей во время работы).

Это было обусловлено тем, что основными технологическими параметрами процесса сварки являлись температура свариваемого металла и величина его деформации в зоне сварки (обусловленная ударами молота), которые трудно было выдерживать в требуемом достаточно узком диапазоне).

Сварка в древности

Широко применяемая в настоящее время сварка плавлением, когда происходит локальное расплавление свариваемых поверхностей, образование общей сварочной ванны с последующей кристаллизацией, требовала мощного источника тепла, способного локально расплавить металл. А такого источника тепла в то время не было.