**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ШУЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ

КУРСОВАЯ РАБОТА

ТЕМА: «ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КОВКА МЕТАЛЛОВ».

ВЫПОЛНИЛ: СТУДЕНТ 4к. 4гр.

МТФ-ФТО КОЧЕТКОВ А.Ю.

НАУЧНЫЙ РУКОВВОДИТЕЛЬ:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ШУЯ 2004.

**План.**

**Из истории художественной ковки металла.**

**Металл, используемый для ковки.**

**Инструменты и приспособления.**

**Термическая обработка стали и цветных металлов.**

**Химико-термическая обработка стали.**

**Техника безопасности при кузнечных работах.**

**Из истории художественной ковки металла.**

Издревле русские кузнецы (с VI-VIII веков н.э.) владели всеми приемами свободной ковки, кузнечной сварки, горновой пайки меди, умели производить термическую обработку изделий.

При том уровне техники от мастера требовалось много умения, навыка, опыта в обращении с металлом. Различить, например, сорта стали можно было только по цвету и характеру искры или излому, а степень нагрева при ковке, закалке и сварке - по цвету раскаленного металла (каленого) на глаз; о температуре отпуска стали мастер судил по цветам побежалости и т.д.

Интересно, что древнерусские кузнецы с большим искусством производили не только украшения к костюмам - пряжки, перстни, застежки, браслеты, подвески, ожерелья, оплечья или украшения конской сбруи, но и петли на ларцы и сундуки, оковки для них, дверные замки, мечи, шлемы, кольчуги, боевые топоры, всевозможную бытовую утварь и великое множество других железных кованых изделий.

Приемы свободной ковки, известные с древних времен, сохранились и до наших дней. Кузнечная сварка была в основе изготовления холодного оружия из многослойной стали. Ее еще называют сварочным булатом. Больших успехов добились мастера из Дамаска. Дамасской сталью стала называться многослойная сварочная сталь.

Во времена могущества Киевской Руси кузнецы принимают активное участие в строительстве Новгородских, Киевских и Псковских величественных соборов. Мастера кузнечного дела куют не только пояса для стягивания стен, сводов, арок, но и высокохудожественные решетки для окон, парадные ворота, двери с накладными цветами, витыми ручками-стукалами, устанавливают на вершинах куполов соборов "расцветшие" узорчатые кресты.

В XVII в. многие кузнечные мастера переходят на изготовление больших и малых оград для дворцово-парковых ансамблей. Старые русские кузнецы не только обладали знаниями технологии ковки в совершенстве, но и славились высоким художественным вкусом.

Решетки и ограды, созданные ими, замечательно смотрелись на любом фоне, были выразительны в архитектурном окружении, в близком рассмотрении и на расстоянии. Их красота заключалась в соответствии художественных элементов и их ритмичности. Облик старых московских улиц и переулков просто неповторим.

Оригинальность объясняется присутствием легких кованых кружев на балконах домов, на оградах парков, скверов, церквей. Мастера классицизма великие архитекторы и зодчие Бова, Жилярди, Баженов, Казаков любили использовать кованый металл при проектировании и создании архитектурных ансамблей.

Весьма оригинальны ограды, выполненные в стиле русского барокко, который был популярен во второй половине XVIII в. Игривый кованый узор, выполненный с использованием растительных мотивов, контрастирует с мощными каменными столбами. Симметричный рисунок, составленный из сердцевидных изгибов стеблей, называемых мастерами "червонками", характерен для русского декоративного искусства XVII-XIX вв. С.-Петербург - северная столица России - всегда славился своими решетками мостов и набережных, парков и дворцов. Решетка Летнего сада со стороны Невы признана лучшей из декоративных оград в мире. Авторами этого удивительно гармоничного, легкого металлического кружева из копий, лепных розеток и вытянутых прямоугольников являются русские архитекторы Фельтен и Егоров. Выкована эта решетка, кстати сказать, тульскими мастерами.

В конце XIX - начале XX в. в Москве, С.-Петербурге, Одессе и других городах наибольшее число решеток и оград выполнено в стиле модерн. Асимметрия кованых извивающихся стеблей создает какой-то текучий орнамент из сливающихся и переплетающихся диковинных растений. Зачастую рисунок с решеток органически переходит на стену дома и далее в камне или гипсе развивается по фасаду, заканчивающийся мощными волками на карнизе дома или парапете крыши.

С развитием прокатного и кузнечно-штампованного производств постепенно в архитектуре все реже стал примениться декоративный кованый металл. Его заменяют сварные конструкции из прокатных профилей круглого, квадратного и прямоугольного сечения.

Художественная ковка стала упрощаться, все меньше осталось настоящих мастеров, умеющих отковать ограду, реставрировать или починить старинную решетку.

Поэтому возрождение этого вида ремесла имеет огромное значение для современного декоративно-прикладного искусства.

**Металл, используемый для ковки.**

В кузнечном ремесле приходится иметь дело с различными сплавами, цветными металлами, со сталями разных марок. Для нагрева до ковочной температуры одинаковых по размерам заготовок, но разных типов металла требуется сжечь разное количество топлива.

Теплопроводность металла - это скорость нагрева заготовки по сечению. Чем меньше теплопроводность металла, тем больше опасность образования трещин при нагреве. Например, теплопроводность сталей, особенно легированных, в пять раз меньше теплопроводности меди и алюминия. С теплоемкостью связан расход топлива для нагрева заготовки до нужной температуры. Наибольшую теплоемкость имеет стать при температуре 800-1100°С. Значит чем выше теплоемкость металла, тем больше расходуется топлива. Для кузнечных работ применяются ковкие и пластичные металлы и сплавы. Из черных металлов этими качествами обладают некоторые стали - сплав железа с углеродом. В зависимости от количества содержания углерода стали различаются как низкоуглеродистые (до 0,25% углерода), средние (0,25-0,6%) и высокоуглеродистые (0,6-2%). Увеличение содержания углерода увеличивает твердость стали, но уменьшает ковкость и теплопроводность. По своему строению сталь представляет из себя тело, образованное из кристаллических зерен, связанных между собой силой межкристаллического сцепления. В сплав стали обязательными компонентами являются железо, углерод, кремний, сера, марганец, фосфор. При содержании углерода до 0,1% сталь мягкая, хорошо куется, сваривается кузнечным способом, не принимая закалки. Такую сталь в практике называют железом. Сталь, которая отвечает всем требованиям художественной ковки, содержит от 0,1 до 0,3% углерода и до 1% других примесей. Такая сталь называется поделочной.

Сталь средней твердости содержит углерода от 0,08 до 0,85%. Она хорошо куется при надлежащем нагреве, хорошо закаливается, но плохо сваривается.

При содержании углерода от 0,6 до 1,35% сталь считается высокоуглеродистой (инструментальной). Куется довольно трудно, требует очень умелого проведения нагрева и самой ковки при определенных температурах.

***Таблица 1
Температуры начала и конца ковки углеродистых сталей***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Т°С ковки | Марка стали | Т°С ковки |
| Начало | Конец | Начало | Конец |
| Ст1 | 1300 | 900 | У7, У8 | 1150 | 800 |
| Ст2 | 1250 | 850 | У9 |   |   |
| Ст3 | 1200 | 850 | У10, У12 | 1130 | 870 |

Чугун - это сталь, содержащая до 2% углерода, он хрупкий, не поддающийся ковке сплав.

Другие примеси, кроме углерода, также влияют на качество металла. Так сера и фосфор - вредные примеси.

При содержании серы более 0,04% сталь становится красноломкой, т.е. при нагреве до красного каления металл разрушается под ударами молота, а фосфор (более 0,05%) делает сталь хрупкой в холодном состоянии. Никель повышает прочность стали, а хром - твердость и износостойкость, но зато теплопроводность стали снижается, марганец уменьшает вредное влияние серы и увеличивает твердость, прочность, снижает теплопроводность. Кремний повышает прочность и упругость, но снижает вязкость и свариваемость. Для маркировки легированных сталей, применяемых в основном для изготовления кузнечного инструмента, работающих при ударных и высокотемпературных режимах приняты специальные обозначения наиболее распространенных легирующих элементов: С - кремний, Г - марганец, Н - никель, Т - титан, X - хром, Ю - алюминий, А - пониженное содержание серы и фосфора. Например, марка 18ХГТ - сталь содержит до 0,18% углерода, до 1% хрома, марганца, титана. Инструментальные углеродистые стали содержат 0,6-1,3% углерода, 0,15-0,6% марганца, 0,15-0,35% кремния, 0,03-0,35% серы и фосфора. Такие стали обозначают буквой У. Следующая за ней цифра обозначает процентное содержание углерода. Например, сталь У9 - сталь инструментальная с содержанием углерода 0,9%.

В кузнечном деле используются и цветные металлы: медь, алюминий, магний, титан и их сплавы: латуни (сплав меди с цинком) марок Л90, Л80, Л68, Л62 и др. (цифры обозначают содержание меди в процентах); оловянистые бронзы (сплав меди с оловом) - БрЦ4-3 (4% олова и 3% цинка) и др. Хорошей ковкостью отличаются алюминиевые сплавы.

Все металлы и сплавы имеют поликристаллическое строение, то есть состоят из отдельных прочно сросшихся друг с другом зерен, между которыми располагаются в виде тонких прослоек неметаллические вкрапления различных оксидов, карбидов и других соединений. Размеры зерна составляют 0,01-0,2 мм и оно тоже имеет кристаллическое строение.

Что же происходит в металле во время ударов молота?

При ковке деформация происходит вследствие скольжения зерен относительно друг друга, потому что прочность зерен больше, чем связь между ними. В результате ковки зерна металла вытягиваются в направлении течения металла и это ведет к образованию мелкозернистой структуры (рис. 29).

***Рис. 29. Рекристаллизация стали: 1 - молот; 2 - наковальня; 3 - состояние кристаллов до ковки: 4 - кристаллы, подвергающиеся ковке; 5 - кристаллы после ковки***

Вместе с ними вытягиваются и неметаллические вкрапления, которые придают металлу волокнистое строение. Это можно видеть невооруженным глазом. Прочностные качества металла зависят от температуры конца ковки: чем выше температуре металла в момент окончания деформации, тем лучше механические свойства металла (зерно крупнее).

Изменения, происходящие в сплавах при нагреве и охлаждении, можно определить по диаграмме состояния (рис. 30), которая представляет собой графическое отображение фазового состава и структуры сплавов в условиях равновесия в зависимости от температуры и концентрации компонентов.

# Рис. 30. Диаграмма "железо-углерод"

Эта диаграмма имеет важное значение для обоснованного выбора тепловых режимов всех видов горячей обработки стали. По оси ординат - температура сплава, по оси абсцисс - содержание углерода. На диаграмме отмечены критические точки, при температуре которых происходят структурные превращения. При рассмотрении диаграммы заметим, что изменения в структуре происходят выше линии РS, так как феррит переходит в аустенит, а это значит улучшается ковкость, пластичность металла. Между линиями GS и PS присутствую зерна феррита. Ниже линии РS аустенит переходит в феррит, т.е. металл имеет высокую степень пластичности, но небольшую твердость и прочность. Между линиями АЕ и GS располагается зона благоприятных температур и структуры металла для ковки.

При температуре нагрева 1500°С, т.е. выше линии АС, сталь пребывает в жидком состоянии.

Кузнец должен уметь выбрать сталь, которая по своим качествам будет соответствовать задуманному изделию.

Завод поставщик прокатанную заготовку маркирует клеймом и окрашивает краской, согласно установленному цвету для каждой марки стали. В табл. 2 приведены установленные цвета для сталей, употребляемых для художественной ковки.

***Таблица 2
Цвета для сталей, употребляемых для художественной ковки***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Марки стали | Клеймо окраски | Марки стали | Клеймо окраски |
| Ст1 | белый | У7 | синий+красный |
| Ст2 | желтый | У8 | синий+желтый |
| Ст3 | красный | У9 | синий +розовый |
| Ст4 | черный | У10 | синий+черный |
| Ст5 | зеленый | У12 | синий+зеленый |
| Ст6 | синий |   |   |

При расходовании стали в первую очередь отрубают неокрашенный конец, конец с клеймом расходуется в последнюю очередь. Но часто кузнецу приходится иметь дело с уже побывавшем в обработке металлом или заготовки утеряли клеймо. Как определить марку стали? Оказывается, есть способы определения марки металла в условиях своей мастерской.

Различные стали имеют характерные им искры. При касании образца с вращающимся наждачным камнем происходит искрение. В мастерской необходимо иметь набор образцов различных марок стали с клеймами, который может служить эталоном при определении марки стали по искре. Этот способ дает возможность определить количество углерода в стали до 0,2% и есть ли в ней вольфрам и хром. Искры хорошо видны на черном фоне, который рекомендуется подкладывать под пучок искр. Расположить образец относительно вращающегося диска при испытании надо так, чтобы пучок искр был длиной примерно 30 см перпендикулярно линии зрения.

Глаза необходимо защитить очками.

Длина искры зависит от силы надавливания на вращающийся диск и, стало быть, добиться одинаковой длины искры можно, определив степень и равномерность надавливания и ее сохранять во время испытаний. Неравномерное давление образца на круг может дать искаженный результат. При образовании искры следует внимательно наблюдать за длиной искры, ее количеством, окраской и характером звездочек (рис. 31).

***Рис. 31. Определение стали по искре***

***1) Если содержание углерода около 0,12%, то искра оставляет след прямой линии, имеющей светлое и темно-красное утолщения. Пучок длинный и светлый.***

***2) Если содержание углерода 0,5%, пучок короче, также светлый, но от первого утолщения начинают отделяться звездочки.***

***3) Инструментальная сталь с содержанием 1% углерода дает короткий и широкий веер красноватых искр, а от первого утолщения отделяется сноп искр.***

***4) Характерным для марганцовых сталей является образование звездочек на концах первого утолщения. Вид пучка зависит от содержания углерода.***

***5) Хромистая сталь дает длинный веер искр, иногда красноватый с разрывом и с отделяющимися звездочками - это очень характерно.***

***6) Вольфрамовая сталь дает прерывистую темно-красную искру со светлым утолщением на конце.***

***7) Хромвольфрамовая сталь средней твердости дает двойную искру: красную толстую и длинную и темно-красную тонкую и короткую.***

***8) Быстрорежущая сталь имеет такие же искры как у хромвольфрамовой стали, но с разрывом.***

В качестве дополнения данной темы прошу ознакомиться с табл. 3.

***Таблица 3
Таблица определения марок сталей по искре***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Марка стали | Цвет искры | Форма искры и звездочек |
| Ст2, Ст3 | Светло-желтый | Разветвлений искр мало, нити тонкие |
| Ст4 | Разветвлений мало, нити гуще, чем у Ст2 |
| Сталь 10 | Разветвлений мало, нити острые, немного звездочек |
| Стали 15, 20 | Разветвлений и звездочек больше, чем у стали 10 |
| Стали 20, 30 | Разветвлений и звездочек больше, чем у сталей 15, 20 |
| У8, У10 | Разветвлений и звездочек много, концы нитей тонкие |
| У12 | Звездочки мелкие, густые |
| Стали 40, 45N | Сильное разветвление, звездочки круглые, концы нитей острые |

Известно, что не всякая сталь закаливается. Это тоже способ определения марки стали. Необходимо нагреть кусок стали докрасна и быстро охладить в воде. Если это малоуглеродистая сталь, она не закалится и легко поддается напильнику.

***Таблица 4
Таблица температур нагрева стали и соответствующие цвета***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Т°С  | Цвет каления | Т°С  | Цвет каления |
| 400 | очень темно-красный | 900 | красный |
| 500 | темно-красный | 950 | ярко-красный |
| 550 | темно-вишневый | 1000 | лимонно-желтый |
| 600 | средне-вишневый | 1100 | светло-желтый |
| 750 | вишнево-красный | 1200 | желто-белый |
| 800 | светло-вишневый | 1400 | ярко-белый |
| 850 | светло-красный | 1600 | ослепительно бело-голубой |

**Инструменты и приспособления.**

Инструменты, которыми приходится пользоваться кузнецу, делятся по своему назначению на опорные, ударные, зажимные, подкладные, захватывающие, мерительные и вспомогательные.

Опорные инструменты: основные наковальни, небольшие наковальни для мелких изделий и шпераки.

**Подкладные инструменты.**

Подкладной инструмент делится на три группы:
I. Инструмент, который устанавливают под молот или ручник;
II. Инструмент, устанавливаемый на наковальню;
III. Парный инструмент.

***Рис. 35. Подкладные инструменты: 1 - раскатка; 2 - гладилка с цилиндрической поверхностью; 3 - гладилка с квадратной поверхностью; 4 - гладилка с односторонней прямоугольной поверхностью; 5 - гладилка с увеличенной поверхностью; 6- пробойник; 7 - фасонное зубило; 8 - зубило для продольной рубки; 9 - зубило для поперечной рубки; 10- конический прошивень; 11- цилиндрический прошивень; 12 - след рабочих поверхностей гладилок 3, 4, 5.***

К подкладному инструменту относится массивная плита из стали размером 300x400 мм и высотой 150- 200 мм, по четырем боковым граням которой имеются углубления разнообразной формы и высоты: полукруглые, треугольные и т.д. Эта плита применяется при ковке различных фасонных элементов вместо подкладных штампов. На торцевых поверхностях этой плиты имеются сквозные круглые, квадратные и фасонные отверстия различных размеров, которые служат для пробивки разнообразных отверстий на изделиях. В больших кузницах, где изготавливают садовые ограды, балконные решетки и другие крупные изделия, должна быть стальная или чугунная большая плита - правило - толщиной 50-200 мм и в плане 1,5x3 м с ровной, гладкой поверхностью. Она устанавливается на специальных металлических козлах в центре кузницы. В этой плите должны быть сквозные отверстия для установки штырей, болтов и других различных приспособлений для фасонной гибки профилей, сборки конструкций и других технологических операций.

Весь подкладной инструмент I группы должен иметь рукоятки из дерева или толстой проволоки. Заметим, что рукоятки подкладного инструмента забивают во всад головки и не расклинивают, чтобы вибрация и удары через рукоятку не передавались на руку кузнеца. Проволочную рукоятку закручивают вокруг головки в горячем состоянии.

Зубило кузнечное - для рубки заготовок в горячем или холодном состоянии. Головка зубила состоит из трех частей: выпуклой поверхности, по которой наносятся удары молотом; средней части с отверстием - всадом для установки рукоятки; ножа - основной части, которая прорубает металл. Для холодной рубки угол заточки составляет 60-70°, для горячей - 15-30°. Изготавливают зубило из высокоуглеродистых сталей У7, У8, легированных 6ХС или сталей 45; 50. Форма ножа зубила может быть прямой, имеющей кривизну в горизонтальной плоскости или в двух плоскостях. Зубило с прямым ножом используют для поперечной рубки и продольной. Нож зубила для поперечной рубки расположен параллельно, а нож зубила для продольной рубки - перпендикулярно к оси рукоятки.

Односторонняя заточка зубила делается в том случае, когда требуется получить изделие с прямым торцом, т.е. без уклона, если допускается уклон или нужно дать фаску, то применяется зубило с двусторонней заточкой. Зубила с радиусным ножом применяются для вырезки из листового металла различных криволинейных элементов типа цветов, листьев и т.п. Зубила с фасонным боем применяются для вырубки из изогнутых заготовок криволинейных контуров. В зависимости от размеров изделий и вырубаемых рисунков необходимо подбирать нужное по размеру зубило. Рисунок орнамента на поковку наносится зубилом с притупленной режущей кромкой. При работе зубилом под заготовку подкладывают прокладку из железного или медного листа, что предохраняет лицевую часть наковальни от повреждения, а лезвие ножа от затупления. Отрубать заготовки можно на незакаленной площадке наковальни, т.е. около конического рога. Следует помнить, что первые и последние удары по зубилу наносят слабые. Первые - чтобы зубило плавно врезалось в заготовку, а последние - чтобы отрубаемая часть не отлетела и не поранила кого-либо.

Пробойники используются для пробивки отверстий, углублений в поковках и листовых заготовках. Пробойник состоит из трех частей. Удар наносится по верхней части пробойника - головке; средняя часть пробойника с отверстием - всадом для рукоятки, рабочая часть называется бородкой. Сами бородки делаются конусными, что облегчает их выход из формы при изготовлении и позволяет получать отверстия различного диаметра или размера в зависимости от глубины пробоя в металл.

Пробойники изготавливают из стали 40, 45, У7, 6ХС с твердостью рабочей части 45-50 HRC на длине 30 мм и твердостью верхней части головки 30-40 HRC.

Для пробивки отверстий в толстых кованых изделиях применяют прошивки и специальные пуансоны, которые, в отличие от пробойников, не имеют рукояток, а удерживаются клещами. В головках молотков и кувалд отверстия имеют овальную форму, имеют двустороннюю конусность, которая образуется при пробивке отверстий с помощью овально-конических прошивней. Вначале отверстие продавливают с одной стороны заготовки, а затем переворачивают на 180° и прошивают отверстие с другой стороны. Подобным образом прошивают овальные цилиндрические отверстия в головках подкладного инструмента - пробойниках, гладилках, раскатках и др.

Из кузнечного опыта известно, что для обеспечения извлечения прошивня из пробиваемого отверстия в предварительно помеченное углубление насыпают немного мелкого угля и возникающие при прошибе газы как бы выталкивают инструмент.

Гладилки предназначены для выравнивания шероховатостей на поверхности поковки после обработки ее молотом. Гладилки имеют плоские и полукруглую рабочую поверхность различных форм и размеров. Большие плоскости выравнивают гладилкой с квадратной рабочей поверхностью размером 100х100 мм, а для небольших площадей берут гладилки размером 50x50 мм или с прямоугольной поверхностью. Гладилки с цилиндрической поверхностью применяют при выглаживании гантелей и радиусных поверхностей, подбирая соответствующий размер. Материал гладилок сталь 40, 45, 50. Твердость поверхности 40-50 HRC, а твердость верхней части головки 30-40 HRC.

Раскатки (надавки) предназначены для ускорения раздавливания металла вдоль или поперек оси, а также для выбивания цилиндрических пазов на заготовках.

Подкладной инструмент II группы (рис. 36) имеет хвостовик квадратного сечения, который вставляется в соответствующее гнездо наковальни.

***Рис.36. Подкладной инструмент второй группы: 3, 4, 5- специальный инструмент; 2- конус; 6- вилка; 7- подсечка***

Подсечки используют для рубки заготовок или отрубки ее частей с помощью ручников. Кузнец заготовку накладывает на нож подсечки и, ударяя по ней ручником, отрубает необходимую часть, но не до конца, чтобы не испортить лезвие подсечки. Поэтому проводят глубокую подрубку заготовки, а окончательно разделяют части заготовки на краю наковальни легким ударом ручника. Материал подсечки сталь 50 с твердостью рабочей поверхности 50-55 HRC. Лезвие затачивается под углом 60°.

Конусные оправки предназначены для расширения отверстия в поковке, раздаче колец и выполнения гибочных операций.

Вилки предназначены для гибки и завивки заготовок.

Оправки - для ковки уклонов, гибки и кузнечной сварки звеньев цепи.

Парный подкладной инструмент III группы (рис. 37).

***Рис. 37. Подкладной инструмент третьей группы: а - обжимки: 1 - шестигранные; 2 - цилиндрические; 3 - квадратные; 4 - подбойка; б - гвоздильни; в - кузнечные формы***

Предназначен для повышения производительности труда кузнецов и улучшения форм поковок. Инструмент состоит из нижняка (нижнего инструмента), который хвостовиком квадратного сечения вставляется в квадратное отверстие наковальни, и верхняка (верхней части инструмента), имеющего рукоятку для держания.

К этой группе относятся парные обжимки, для придания предварительно откованной заготовке правильной цилиндрической, прямоугольной или многогранной формы, и подбойки, предназначенные для расплющивания (раздачи) металла как продольного, так и поперечного. Для работы используются подбойки различных радиусов рабочей части от 8 до 30 мм. Специальные художественные работы выполняются с помощью обжимок - штампов сложных форм рельефов. Материал обжимок, подбоек и штампов стали 45, 50, У7. Твердость рабочих частей 45-50 HRC, а верхней ударяемой части - 30-40 HRC.

Гвоздильня со шляпочными молотками предназначена для высадки головок различной величины и формы гвоздей, болтов и заклепок. Сама гвоздильня представляет собой отдельную форму с рукояткой или специальную плиту с отверстиями. Для придания головке гвоздя, болта или заклепки нужной формы (сферы, призмы, шестигранника и т.д.) применяют шляпочные молотки. Гвоздильни изготовляют ковкой из сталей 45, У7, У7А и термообрабатывают на твердость 45-50 HRC.

Захватывающие инструменты (рис. 38).

***Рис. 38. Виды кузнечных клещей: 1 - рукоятка; 2 - зажимное кольцо (шпандырь); 3 - заклепка; 4 - губки; 5 - заготовка; 6 - продольно-цилиндрические; 7 - продольно-прямоугольные; 8 - поперечно-прямоугольные; 9 - угольные; 10 - кольцевые; 11 - для топоров; 12 - тавровые; 13 - для захвата цилиндра изнутри; 14 - прутково-поперечные***

К этому классу относятся различного вида клещи. Они предназначаются для вынимания нагретых заготовок из горна и удерживания их во время ковки. Клещи состоят из двух клещевин, соединенных заклепкой; головная часть клещей с губками предназначена для захвата заготовки, задняя часть является рукояткой. По форме губок клещи делятся на продольные, поперечные, продольно-поперечные и специальные. Кузнечные клещи должны быть по возможности легкими с пружинящими рукоятками, а для надежности во время работы рукоятки клещей стягиваются специальным кольцом - шпандырем. Длина кузнечных клещей составляет 300-1500 мм, материал - сталь 15, 20, 25. Заготовка должна быть плотно захваченной клещами. Но если этого не происходит, необходимо подогнать губки по форме. Для этого губки клещей нагревают в горне, зажав ими заготовку, и обжимают их ударами ручника или молота. Клещи, хорошо подогнанные, значительно повышают производительность труда и снижают травматизм.

Зажимные инструменты (рис. 39) предназначены для зажима нагретых и холодных заготовок перед гибкой, осадкой, высадкой и другими операциями.

***Рис. 39. Стуловые тиски: 1 - неподвижная губка; 2 - крепежная планка; 3 - нижний стержень; 4 - шарнир; 5 - рукоятка; 6 - пружина; 7 - подвижная губка.***

Это - различные струбцины, стуловые тиски. Крепятся тиски мощными шурупами, болтами или заклепками к основной опоре слесарного верстака или на отдельном стуле - пне, надежно закрепленном к полу. Верхний уровень губок находится на высоте 900-100 мм от пола. Для увеличения жесткости крепления нижний стержень крепится к стулу или стойке. Губки стуловых тисков отливаются из сталей 35Л, 45Л или отковываются из сталей 20, 25.

Контрольно-измерительные инструменты (рис. 40) необходимы для измерения заготовок и поковок как в процессе ковки, так и после окончания обработки и охлаждения.

***Рис.40.Контрольно-измерительные инструменты: I- штангенциркуль: 1, 2 - малые губки для измерения внутренних размеров; 3 - стопорный винт; 4 - подвижная рамка; 5 - глубиномер; 6 - нониусная шкала; 7- подвижная губка; 8 - неподвижная губка; II - циркули: 9, 10- нутромеры; 11 - кронциркули***

Универсальный мерительный инструмент - стальная линейка для измерения линейных размеров. Применяются различные линейки 250, 500, 1000 мм; стальной металлический метр применяется для тех же целей, что и линейка, но для компактности он состоит из отдельных звеньев, соединенных шарнирно. Точность измерения такой линейкой и метром составляет 0,5 мм.

Штангенциркуль предназначен для линейных замеров, как наружных, так и внутренних, и измерения диаметров заготовок и поковок с помощью малых губок и использования глубиномера 5. Точность измерения штангенциркулем составляет 0,1 мм. Десятые доли миллиметра определяются с помощью шкалы нониуса 6.

Угломеры и угольники предназначены для измерения угловых размеров. Широко используются в кузнечном деле угольники с постоянными углами 30, 60, 90°.

Кронциркули и нутромеры служат для измерения наружного и внутреннего расстояния.

**Двурогая наковальня.**

Современные наковальни изготовляют из стали 45Л методом литья. Наиболее удобна и универсальна в работе двурогая наковальня (рис. 32).

***Рис. 32. Наковальня двурогая: 1- лицо наковальни; 2- квадратное отверстие; 3- хвост; 4- скобы; 5-подставка; 6 - лапы; 7 - конический рог; 8 - незакаленная площадка; 9 - круглые отверстия***

Верхняя горизонтальная плоскость 1 называется лицом, или наличником, на ней выполняются все основные кузнечные работы. Поверхность лица термообрабатывается до твердости 45-50 HRC и шлифуется. Боковые грани наковальни должны образовывать с лицевой поверхностью угол 90°, а ребро должно быть довольно острым и не иметь сколов и заминов. На ребре проводят гибку изделий, раздачу материала, а также другие вспомогательные операции.

Конический рог 7 предназначен для гибки полос и прутков, а также раскатки и сварки кольцевых заготовок. В некоторых типах наковален имеется промежуточная прямоугольная площадка 8 между рогом и лицом, которая не закалена и предназначена для рубки на ней заготовок.

С противоположной стороны от рога расположен хвост 3, представляющий собой консольную прямоугольную пирамиду, он предназначен для гибки и правки замкнутых прямоугольных заготовок. В хвосте имеется квадратное отверстие 2 размером 35x35 мм, которое используется для установки подкладного инструмента (нижняков) и других приспособлений. Около конического рога располагается круглое отверстие Д15 мм. В некоторых типах наковален делаются два круглых отверстия разных диаметров. Снизу у наковальни имеются лапы 6, за которые она крепится специальными скобами 4 к чурбану - стулу 5 или металлический подставке. В качестве стула обычно используют массивный деревянный чурбан или пень от дуба, клена или березы диаметром 500-600 мм. Можно набирать стул и из отдельных частей, стягивая их железными обручами. Когда нет возможности подобрать необходимый чурбан, то можно использовать металлическую или деревянную бочку, внутрь которой набивают песок, глину, землю, хорошо утрамбовывают, а сверху кладут деревянную прокладку и на нее устанавливают наковальню.

Большое внимание следует уделить установке стула, он должен стоять вертикально и не вибрировать во время работы. Стул закапывают на глубину не менее 0,5 м, а землю вокруг него хорошо утрамбовывают. Верхний торец стула можно закрыть кровельным железом, что предохранит его от обгорания при попадании окалины или горячих обрубков заготовки. Высота стула зависит от роста кузнеца и составляет 600-700 мм от уровня пола, а точнее - должна доходить до кончиков слегка согнутых пальцев стоящего кузнеца.

При легком ударе по хорошей наковальне раздается высокий, чистый звук, а молоток при ударе отскакивает от нее со звоном.

**Наковальни-шпераки.**

Для мелких работ кузнецы применяют наковальни небольших размеров и массы или специальные наковальни-шпераки (рис. 33), которые устанавливают четырехгранным хвостовиком в квадратное отверстие основной наковальни. Некоторые шпераки имеют удлиненную вертикальную стойку и вбиваются заостренным концом в деревянный чурбан или землю. Изготовляют шпераки методом ковки из углеродистой стали 45-50 с последующей закалкой рабочей поверхности до твердости 40-47 HRC.

***Рис. 33. Шпераки: 1 - вставляемый в наковальню (низкий); 2 - вставляемые в землю (высокий)***

**Ударный инструмент.**

К ударным инструментам относятся молотки: ручники, боевые молоты и кувалды. Ручник - основной инструмент кузнеца, с помощью его он кует небольшие изделия. Кузнеца, работающего без помощников, называли "одноруким", кующим в одну руку. Ручники имеют массу 0,5-2 кг, но бывают и до 4-5 кг (рис. 34).

***Рис. 34. Ручники и молоты: 1 - ручник с продольным задком; 2 - ручник с поперечным задком; 3 - ручник с шаровидным задком; 4 - молот с односторонним клиновидным задком; 5 - молот с поперечным двусторонним задком; 6 - молот с продольным двусторонним задком; 7 - кувалда; 8 - клин заершенный***

Для управления процессом ковки при работе с молотобойцами кузнецы применяли ручники с легкой головкой, шарообразной формой задка. Для ковки изделий кузнецы применяют ручники с тяжелой головкой с клиновидным продольным и поперечным задком. Эта форма довольно универсальна, так как кроме работы бойком кузнецы работают и задком - разгоняя металл. Головки ручников выковывают из углеродистых и легированных сталей (стали 45, 50, 40Х), бой и задок термически обрабатывают до твердости 48-52 HRC. Рукоятки делают из тонкослойных пород дерева: граба, кизила, клена, березы, ясеня, рябины длиной 350-600 мм. Рукоятка должна быть без трещин и заусенцев, удобно лежать в руке.

Боевые молотки - тяжелые двуручные молоты массой 10-12 кг. Головки боевых молотков бывают трех типов: с односторонним задком, с двусторонним продольным и поперечным задком. Бой молотка предназначен для основной ковки, а верхний клиновидный задок для разгона металла вдоль и поперек заготовки. Головка молота куется из стали 45, 50, 40Х, У7, твердость боя и задка 48-52 HRC на глубину 20-30 мм. Рукоятка молота изготовляется из тех же пород дерева, что и ручника, длина рукоятки подбирается в зависимости от роста молотобойца и массы головки молота и равна 70-95 см.

Работа кузнеца с молотобойцами (одним или двумя) проводится при ковке крупных изделий и называют кузнеца "двуруким" или "трехруким".

Кувалда - тяжелый молот до 16 кг с плоскими бойками применяется при тяжелых кузнечных работах, где требуется большая ударная сила. Ударные инструменты должны быть максимально надежны. Особое внимание уделяется креплению рукоятки с головкой. Отверстие в головке молота - всад, куда вставляется рукоятка, должны быть эллипсовидной формы и иметь уклон от середины к боковым граням 1:10. Это обеспечивает надежное ее крепление после забивки клина и облегчает насаживание головки на рукоятку. Практика показала, что самые надежные - металлические "заершенные" клинья, которые входят на глубину, равную 2/3 ширины головки молота; забивать клин следует наклонно к вертикальной оси. Это позволяет распирать древесину в двух плоскостях.

Удары боевыми молотами подразделяются на три вида: локтевые или легкие, плечевые или средние, навесные - сильные, когда молот описывает в воздухе полный круг. Такими сильными навесными ударами молотобойцы работают при ковке большой массы металла и кузнечной сварке массивных частей.

**Горны.**

Сталь куют в нагретом состоянии; только разогретый металл становится пластичным и легко поддается деформации. Существует определенный интервал температур начала и конца ковки для каждого сорта стали (см. табл. 1).

В среднем этот интервал составляет 1100-1300°С для начала ковки и 800-900°С для конца ковки. Чем больше в стали углерода, тем ниже температура начала ковки.

Для нагрева металла можно пользоваться различными нагревательными устройствами. Самым древним и простейшим из них является кузнечный горн. Горны подразделяются на переносные и стационарные, открытого и закрытого типа - в зависимости от конструкции.

**Простейшие горны.**

Для ручной ковки наиболее приемлемы горны открытого типа, позволяющие нагревать и короткие и длинные поковки в любой их части (в том числе и средней). Они просты в обслуживании и удобны в работе, быстро нагреваются. Для разжигания холодного горна горновое гнездо очищают от золы и шлака, продувают фурму, насыпают небольшой слой угля, оставляя отверстия фурмы свободными, затем зажигают древесную стружку или тряпки смоченные керосином, сверху засыпают второй слой угля и дают слабое дутье. Когда уголь разгорится, добавляют еще угля и постепенно увеличивают дутье. В горне, благодаря спеканию угля, образуется твердая корка, под которой развивается высокая температура. Заготовку или ее конец зарывают в горячие угли и засыпают свежим углем. Спекшийся свод из твердой корки должен быть всегда целым; для этого необходимо время от времени подгребать свежий уголь от краев к центру горнового гнезда и слегка обрызгивать его водой. Если под коркой полость становится слишком большой, корку ломают, подгребают свежий уголь, и вскоре образуется новый свод. Заготовку периодически поворачивают, а также регулируют подачу воздуха, поддерживая слегка коптящее и нейтральное пламя. При высоком дутье (избыток воздуха) пламя становится острым, вызывающим местный перегрев и оплавление кромок металла; и к тому же кислород избыточного воздуха вступает в соединение с металлом и образует окислы железа, т.е. окалину.

Окалина вредна, так как она приводит к потерям металла (угар); кроме того, понижается качество заготовки и затрудняется дальнейшая ее обработка резанием. Заготовку нагревать надо возможно быстрее, так как чем дольше поковка находится в горне, тем более возможен ее перегрев, т.е. чрезмерный рост зерен, который ухудшает механические свойства заготовки. Более длительный нагрев заготовки может привести к пережогу, т.е. оплавлению границ зерен и потере связи между ними. Такая заготовка разбивается при ударе на части.

На рис. 43 показаны очень простые конструкции горна.

***Рис. 43. Простейшие горны: 1, 6 - кирпич; 2 - заготовка; 3 - уголь; 4 - решетка колосниковая; 5 - патрубок; 7 - паяльная лампа***

Горн можно сделать прямо на земле, используя паяльную лампу, пылесос или ручной вентилятор. Устройство такого горна: поставить три кирпича на торец, на них кладется колосниковая решетка, а на нее устанавливается печурка из четырех кирпичей, в которую засыпается уголь. Паяльная лампа с патрубком располагается снизу. Горн разжигают и можно нагревать заготовку.

Существует еще более простая конструкция горна. Сначала надо вырыть небольшую ямку и в нее поставить паяльную лампу. Рядом складывают печурку из огнеупорного кирпича. В щель между кирпичами закладывают некрупные заготовки. Установив вентилятор с ручным приводом в ямке, а колосниковую решетку выставив на уровне земли, можно прогревать металл и ковать небольшие изделия.

**Переносные горны.**

Легкий переносной горн с использованием бытового пылесоса показан на рис. 44.

***Рис. 44. Переносной горн и фурма (вверху): 1 - постамент; 2 - фурма; 3 - зольник; 4 - шланг; 5 - пылесос; 6- колосниковая решетка; 7- корпус фурмы; 8 - патрубок; 9 - донная крышка; 10 - запирающая планка***

Из уголков сварен постамент горна, стол горна выложен огнеупорным кирпичом. На верхние горизонтальные уголки кладется фурма. На высоте 15 см от основания к зольнику приваривается патрубок с внутренним диаметром 30 мм, в который вставляется конец шланга пылесоса. Необходимо иметь в виду, что шланг должен быть вставлен в верхнее гнездо пылесоса, работающее на выброс воздуха из пылесоса, а нижнюю чашку пылесоса (под пылесборником) снимают и в таком виде пылесос устанавливают на подставку.

В деревенских кузницах соплом часто служит старая чугунная втулка для колес. Для долговечности такого горна края фурмы рекомендуется замазать глиной с песком.

Вообще, переносной горн - это цельнометаллическая или сборно-разборная конструкция, приспособленная для нагрева заготовки небольшого размера в условиях строительных площадок, в альплагерях, за городом. Переносной горн состоит из цельносваренной металлической рамы, на верху которой крепится стол с очагом и вентилятором для нагнетания воздуха. Вентилятор приводится в движение с помощью ножной педали через кривошипный механизм, маховик и ременную передачу.

На рис. 45 показаны американские переносные горны. Закрытый горн имеет ручной привод на вентилятор через мультипликатор, что значительно повышает частоту вращения крыльчатки. Конструкция горна имеет небольшую наковальню и тиски. Ручка имеет двойное назначение. Этот горн с электрическим приводом.

***Рис. 45. Американские переносные горны: I - с ручным приводом вентилятора: 1 - рукоятка; II - с электрическим приводом: 2 - электрический привод; 3 - зонт, перемещающийся по вертикали.***

**Стационарные горны.**

Для размещения очага и разогреваемых заготовок необходим постамент или его еще называют стол-лежанка. Это основа стационарного горна. Постамент обычно устанавливают в середине задней стены кузницы и его высота зависит от роста кузнеца. Для удобства переноса заготовки из горна на наковальню и обратно высота постамента должны быть примерно 700-800 мм, а площадь горизонтальной поверхности стола обычно равна 1x1,5 или 1,5x2 м.

Постамент горна должен быть литым, сварным или выкладываться из кирпича, пиленого камня или железобетона в виде ящика, стенки которого сложены из бревен, досок, кирпича или камня, а внутренность заполняется битым мелким камнем, песком, глиной или горелой землей. Горизонтальная верхняя часть стола должна быть выложена чугунными плитами или огнеупорным кирпичом. Горновое гнездо (очаг) может располагаться как в центре, так и у задней или боковой стенки горна. Очаг обычно выкладывают огнеупорным кирпичом и обмазывают огнеупорной глиной, т.к. горн - это место где развивается наиболее высокая температура. Размеры очага в плане определяются размерами нагреваемых заготовок. Центральный очаг может иметь в плане круглую или квадратную форму размером 200x200 или 400x400 мм и глубиной 100-150 мм.

Через фурму подается воздух. Что же представляет из себя фурма?

Рассмотрим конструктивный вариант фурмы нижнего дутья (рис. 46).

***Рис. 46. Фурма со сменными колосниковыми решетками: 1 - корпус фурмы; 2 - заслонка; 3 - патрубок; 4 - донная крышка; 5 - груз; 6 - колосниковая решетка; 7 - заслонка (общий вид); 8 - уголь; 9 - виды колосниковых решеток***

Воздух от вентилятора подводится через патрубок и попадает в корпус фурмы, а через чугунную колосниковую решетку в очаг горения. С помощью заслонки регулируется количество подаваемого воздуха в канале подводящего патрубка. Донная крышка открывается для очистки корпуса фурмы от золы и других отходов горения. В исходном положении крышка прижата к днищу корпуса грузом. Следует применять колосниковые решетки разной конфигурации. Разнообразная форма отверстий необходима для создания пламени различного вида. Равномерно расположенные круглые отверстия формируют факельное, а щелевые - узкое и удлиненное пламя. Располагая фурму горизонтально слева или сзади следует предохранять стенку горна от прогорания. Чтобы не выгорала фурма, ее следует охлаждать изнутри проточной холодной водой. Внутренний диаметр фурмы чаще всего составляет 25-30 мм.

Для сбора и отвода дыма и газа над стационарным горном устанавливается зонт, который может быть кирпичным, железным. Размер нижнего входного отверстия зонта зависит от размера стола горна. Для нормального улавливания отходов горения зонт устанавливается на высоте 400-600 мм. Точнее высота определяется на месте в зависимости от силы дутья, высоты и размеров вытяжной трубы и др. Иногда зонты оснащаются опускающимися крыльями. Металлический зонт может довольно быстро прогореть, а процесс ремонта довольно сложен и трудоемок. Более долговечен и надежен кирпичный зонт, но он получается слишком тяжелым и требуется особая жестко заделанная конструкция его крепления. Даже бывает необходимо укрепить углы стойками (подпорками).

В некоторых кузницах устанавливаются горны с двумя очагами и тогда для более качественной вытяжки необходимо делать две вытяжки или общий зонт разделить перегородкой. В таких горнах предусматривают, кроме того, индивидуальное регулирование подачи воздуха.

Конструкция открытого стационарного горна показана на рис. 47.

***Рис. 47. Стационарный горн открытого типа: 1 - внутренняя труба; 2 - наружная труба; 3 - зонт; 4 - уголь; 5 - колосниковая решетка; 6 - горновая чаша; 7 - фурма; 8 - крышка; 9 - подставка; 10 - труба подвода воздуха; 11 - воздухозаслонка***

Он более совершенен. На сварной металлический каркас (подставке) крепятся горновая чаша, колосниковая решетка, а также фурма. Струя воздуха подается в очаг горна по трубе и регулируется воздухозаслонкой. На чугунную колосниковую решетку накладывается уголь, а дым и копоть удаляются через зонт и две трубы. При прохождении дыма через наружную трубу внутренняя нагревается и это улучшает тягу. На дне зольника накапливается зола и шлак, которые удаляются через отверстие при открытии крышки.

Открытые горны при кузнечных работах широко применяются, хотя их коэффициент полезного действия очень низкий и составляет всего 2-5%. Известно, что для нагрева 1 кг металла до ковочной температуры требуется 1 кг каменного угля. К тому же в результате непосредственного соприкосновения металла с каменным углем происходит насыщение поверхности нагреваемого металла серой, что ухудшает механические свойства кованых изделий. Поэтому мастера начинают закладывать заготовки в горн, когда уголь хорошо разгорится и сера выгорит. Чтобы увеличить коэффициент полезного действия открытого горна кузнецы устраивают над очагом куполообразную шапку из запекшегося угля, в которую закладывают заготовку. Под такой защитной коркой заготовка нагревается быстрее и меньше окисляется.

Крупные заготовки лучше нагревать в шахтных горнах. Шахтный горн устанавливается в середине кузницы. Высота горна 0,6 м, площадь стола 1 м2, глубина шахты 0,5 м с сечением у основания 300x300 мм, а вверху 150х 150 мм. Подводка воздуха находится на расстоянии 400 мм от верха горна. Дно шахты представляет из себя чугунную заслонку, которую можно выдвигать для очистки горна от золы и шлака. Задвинув заслонку на место на нее насыпают тонкий слой золы для предохранения ее от нагревания.

Стационарный горн закрытого типа показан на рис. 48.

***Рис. 48. Стационарный горн закрытого типа: 1 - зонт; 2 - камера; 3 - топочный люк; 4 - смотровое окно; 5- труба; 6 - металлическая коробка; 7- подставка; 8 - колосниковая решетка; 9 - кирпичная кладка; 10 - трубка; 11 - рабочее окно; 12 - дымоход***

Камера горна выложена огнеупорным кирпичом, установлена на металлической подставке. Через топочный люк засыпается уголь на колосниковую чугунную решетку. Для шуровки топлива в топочном люке есть смотровое окно. Воздух от вентилятора по трубе подается в металлическую коробку и далее через отверстия в колосниковой решетке попадает в горновой очаг. Через дымоход и зонт уходят продукты сгорания. Не полностью сгоревший угарный газ сжигается вследствие дополнительной подачи воздуха через трубу. Через рабочее окно производится загрузка и выгрузка заготовок.

Стационарный горн шахтного типа (работающий на мазуте) изображен на рис. 49.

Рис. 49. Горн шахтного типа: 1 - нагревательная камера; 2 - труба; 3 - топочная камера; 4 - окно для поджога смеси; 5 - воронка для мазута; 6 - патрубок (подача воздуха); 7 - сопло; 8 - нижнее отверстие; 9 - основное отверстие; 10 - заслонка; 11 - зонт

Это нагревательное устройство состоит из камеры нагрева и топочной камеры, облицованных изнутри кирпичом. Воздух подается в камеру нагрева по патрубку, через коническое сопло с двумя отверстиями. Горн работает на жидком топливе - мазуте, которое подается сверху через воронку. Мазут стекает по соплу к отверстию, струей воздуха подхватывается, распыляется и сгорает. Поджигают жидкий мазут в смеси с воздухом через специальное окно, введя в него запал (горящий факел). Увеличивая подачу воздуха и топлива добиваются нужного режима горения.

**Кузнечные меха.**

Меха изображены на рис. 50.

 ***Рис. 50. Меха: 1 - голова; 2 - сопло; 3 - рукоятка; 4 - коромысло; 5 - стенка горна; 6 - стойка; 7 - тяга; 8, 12- грузы; 9, 11, 15 - доски; 10 - кожаная гармошка; 13, 14 - клапаны*** Голова - основная часть мехов. К ней прикреплены три клиновидные доски: верхняя и нижняя шарнирно, а средняя - жестко. Нижняя и средняя доски имеют клапаны для забора воздуха, это куски кожи, прибитые одной стороной к доскам, перекрывающие круглое отверстие в нижней и средней доске. Сверху над кожей прибит ремешок, ограничивающий подъем клапана. Кожаная гармошка соединяет верхнюю и нижнюю подвижные доски со средней неподвижной. Гармошка состоит как правило из трех отделенных складок, каждая из которых соединяется с внутренним деревянным каркасом, по форме совпадающим с периметром досок. Кожа прибивается к каркасу через тонкие ремешки, чтобы гвоздь не прорвал кожу.

Голова жестко крепится к стене горна, при этом сопло плотно входит в фурму. С помощью цапф осуществляется второе жесткое крепление мехов. Работает мехами либо сам кузнец или его помощник. Клинчатые меха дают спокойное дутье и заготовки нагреваются равномерно. Если надо увеличить подачу воздуха на верхнюю доску, кладут груз, а к нижней подвешивают груз. Размеры горна и проводимые работы диктуют габариты мехов. Они могут быть метровые, полутораметровые и двухметровые. Известно, что на изготовление одного меха шло от одной до трех воловьих шкур. И все было бы замечательно, если бы эти меха не были бы так громоздки, не так быстро изнашивались из-за перегрева. К тому же довольно низкая производительность и трудоемкость процесса качания сделали кузнечные меха экспонатами этнографических музеев.

На вооружение кузнецам взамен мехов приходят механические вентиляторы с ручным или ножным приводом.

В современных кузницах применяют мощные вентиляторы, турбины с электроприводом. Недостатки этих устройств - это повышенная вибрация, шум.

**Топливо для горнов.**

Топливо для нагрева заготовок используют в нескольких видах: твердое - дрова, древесный уголь, кокс и уголь, жидкое - нефть и его производные (керосин, уайт-спирт, бензин), газообразное - природный газ.

**Термическая обработка стали и цветных металлов.**

Отжиг - нагревание стального изделия до температуры 700-900°С (в зависимости от марки стали) и охлаждение вместе с печью. Отжиг применяют при изготовлении из одного законченного изделия другое или в случае неудачной закалки.

Если закаливать неотожженное изделие, в нем могут возникнуть трещины, структура металла станет неоднородной, качество изделия резко ухудшается.

Мелкие детали отжигают, нагревая на массивных стальных плитах или углях, которые предварительно раскаляют. После детали медленно остывают вместе с нагревателем. Иногда изделие нагревают ацетиленовой горелкой, которую постепенно отводят от изделия, делая процесс охлаждения медленным. Этот метод хорош для отжига небольших стальных изделий.

Нормализация - нагрев стали до температуры 900°С с последующим охлаждением в нормальных условиях (на воздухе) для улучшения внутренней микроструктуры стали и повышения механических свойств и для подготовки ее к последующей термической обработке.

Закалка - придание стальному изделию высокой прочности и твердости. Но от закалки сталь становится более хрупкой. Этот недостаток устраняется в процессе отпуска стали. При закалке металл нагревают до высокой температуры, а затем быстро охлаждают в специальных охлаждающих средах (воде, масле и т.п.). Из одной и той же заготовки можно получить различные структуры и свойства, в зависимости от режима закалки изделия. Для достижения наилучших результатов стальные изделия постепенно нагревают до температуры 750-850°С. Затем разогретое изделие быстро охлаждают до температуры примерно 400°С. Охлаждение должно происходить не меньше чем на 150°С в секунду, то есть охлаждение должно произойти всего в 2-3 секунды. Скорость дальнейшего охлаждения до нормальной температуры может быть любой, так как структура, полученная при закалке, достаточно устойчива и скорость дальнейшего охлаждения на нее не оказывает влияния. Охлаждающей средой чаще всего бывает вода или трансформаторное масло. В воде металл остывает с большей скоростью, чем в масле: температура воды 18°С - за секунду металл остывает на 600°С, а в масле всего на 150°С. Для повышения закаливающей способности в воду иногда добавляют до 10% поваренной соли или 10-12% серной кислоты, например при закалке плашек или метчиков. Более высокий нагрев и чрезмерно быстрое охлаждение водой приводит к нежелательным результатам - деформации стали и появлению в ней излишнего качества - напряжений. Для закалки инструментов из углеродистой стали применяют закалочные печи с температурой нагрева до 900°С, а для инструментов из легированных и быстрорежущих сталей - до 1325°С. Печи для закалки изделий бывают: камерные или пламенные, в которых изделие нагревают открытым пламенем; муфельные - нагревающие за счет сопротивления электрических обмоток; печи-ванны - представляющие собой тигли, наполненные расплавами солей, к примеру хлористым барием. В ваннах закалочное нагревание производить удобнее, т.к. температура содержащегося в ней расплава всегда постоянна и закаливаемое изделие не может нагреться выше этой температуры. К тому же известно, что нагрев в жидкостной среде происходит быстрее, чем в воздушной.

***Таблица 5
Таблица состава закалочных ванн***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Солевой состав | Весовой процент | Температура, град. С (применяемые) |
| Калиевая селитра | 55 | 150-500 |
| Нитрит натрия | 45 | 150-500 |
| Хлористый натрий | 28 | 540-870 |
| Хлористый кальций | 72 | 540-870 |
| Хлористый натрий | 44 | 700-870 |
| Хлористый калий | 56 | 700-870 |
| Хлористый натрий | 100 | 850-1100 |
| Хлористый барий | 100 | 1100-1350 |

В малогабаритных мастерских для закалочного нагрева лучше пользоваться муфельными электрическими печами, например МП-8. В холодную муфельную печь помещают изделие или деталь и затем включают для медленного нагрева до требуемой температуры. При таком способе нагрева возникающее в изделии напряжение минимально.

Отпуск смягчает негативные явления при закалке, повышает вязкость и уменьшает хрупкость изделия. Еще отпуск устраняет большую часть внутренних напряжений, возникающих при закалке. Для определения температуры при отпуске изделия пользуются таблицей цветов побежалости. Тонкая пленка окислов железа, придающая металлу различные быстро меняющиеся цвета - от светло-желтого до серого. Такая пленка появляется, если очищенное от окалины стальное изделие нагреть до 220°С; при увеличении времени нагрева или повышении температуры окисная пленка утолщается и цвет ее изменяется. Цвета побежалости одинаково проявляются как на сырой, так и на закаленной стали.

***Таблица 6
Таблица температуры нагрева стали и соответствующие цвета***

|  |  |
| --- | --- |
|  Температура, град. С  | Цвета каления |
|  1600 | Ослепительно бело-голубой |
|  1400 | Ярко-белый |
|  1200 | Желто-белый |
|  1100 | Светло-белый |
| 1000 | Лимонно-желтый |
| 950 | Ярко-красный |
| 900 | Красный |
| 850 | Светло-красный |
| 800 | Светло-вишневый |
| 750 | Вишнево-красный |
| 600 | Средне-вишневый |
| 550 | Темно-вишневый |
| 500 | Темно-красный |
| 400 | Очень темно-красный (видимый в темноте) |

При закалке многих инструментов, например молотков, чеканов, резцов и других, требуется, чтобы закаленной была только рабочая часть, а сам инструмент оставался бы сырым, незакаленным. В этом случае инструмент нагревают немного выше рабочего конца до требуемой температуры, после чего опускают в воду только рабочую часть. Вынув инструмент из воды, быстро зачищают шкуркой или трением о землю его рабочую часть. Оставшееся в неохлажденной части тепло поднимет температуру охлаждаемого конца и появится на нем нужный цвет побежалости, после этого инструмент окончательно охлаждают.

***Таблица7
Таблица определения температуры нагрева по цветам побежалости***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Цвет побежалости | Температура, град. С | Инструмент, который следует отпускать |
| Бледно-желтый | 210 | - |
| Светло-желтый | 220 | Токарные и строгальные резцы для обработки чугуна и стали |
| Желтый | 230 | Тоже |
| Темно-желтый | 240 | Чеканы для чеканки по литью |
| Коричневый | 255 | - |
| Коричнево-красный | 265 | Плашки, метчики, сверла, резцы для обработки меди, латуни, бронзы |
| Фиолетовый | 285 | Зубила для обработки стали |
| Темно-синий | 300 | Чеканы для чеканки из листовой меди, латуни и серебра |
| Светло-синий | 325 | - |
| Серый | 330 | - |

Образование окалины на поверхности изделия приводит к угару металла, деформации. Это уменьшает теплопроводность и, стало быть, понижает скорость нагрева изделия в печи, затрудняет механическую обработку. Удаляют окалину либо механическим способом, либо химическим (травлением).

Выгоревший с поверхности металла углерод делает изделия обезуглероженным с пониженными прочностными характеристиками, с затрудненной механической обработкой. Интенсивность, с которой происходит окисление и обезуглерожевание, зависит от температуры нагрева, т.е. чем больше нагрев, тем быстрее идут процессы.

Образование окалины при нагреве можно избежать, если под закалку применить пасту, состоящую из жидкого стекла - 100 г, огнеупорной глины - 75 г, графита - 25 г, буры - 14 г, карборунда - 30 г, воды - 100 г. Пасту наносят на изделие и дают ей высохнуть, затем нагревают изделие обычным способом. После закалки его промывают в горячем содовом растворе. Для предупреждения образования окалины на инструментах быстрорежущей стали применяют покрытие бурой. Для этого нагретый до 850°С инструмент погружают в насыщенный водный раствор или порошок буры.

Углеродистые стали при закалке лучше охлаждать сначала в воде до температуры 400-35°С, а затем в масле. Это предотвращает возникновение внутреннего напряжения. Во время охлаждения изделие рекомендуется быстро перемещать сверху вниз.

Тонкостенные длинные детали (например, ножи) для охлаждения опускают в воду или масло строго вертикально, в противном случае они могут сильно деформироваться.

Зубила целесообразно закалить в мокром песке, который увлажняют раствором соли.

Тонкие сверла закаливают в сургуче. Для этого разогретый до светло-красного цвета конец сверла погружают в сургуч и оставляют там до полного охлаждения.

**Химико-термическая обработка стали.**

Благодаря такой обработке меняется не только структура металла, но и химический состав его верхнего слоя и деталь может иметь вязкую сердцевину, выдерживающую ударные нагрузки, высокую твердость и износность. Из существующих способов химико-термической обработки стали в условиях небольшой мастерской можно выполнять только цементацию. Цементация - это науглероживание поверхности стали. Этому процессу подвергают чаще всего изделия из малоуглеродистых сталей, содержащих не более 0,2% углерода и некоторых легированных сталей. Детали, предназначенные для цементации, сначала очищают. Поверхности не подлежащие науглероживанию, покрывают специальными предохранительными противоцементными обмазками.

1-ый состав простейшей обмазки: огнеупорная глина с добавлением 10% асбестового порошка, вода. Смесь разводят до консистенции густой сметаны и наносят на нужные участки поверхности изделия. После высыхания обмазки можно производить дальнейшую цементацию изделия.

2-ой состав применяемой обмазки: каолин - 25%, тальк - 50%: вода - 25%. Разводят эту смесь жидким стеклом или силикатным клеем.

Цементацию делают после полного высыхания обмазки.

Вещества, которые входят в состав обмазки, называют карбюризаторами. Они бывают твердые, жидкие и газообразные.

В условиях домашней небольшой мастерской удобнее осуществлять цементацию с помощью пасты. Это цементация в твердом карбюризаторе. В состав пасты входят: сажа - 55%, кальцинированная сода - 30%, щавелевокислый натрий - 15%, вода для образования сметанообразной массы. Пасту наносят на нужные участки изделия, дают высохнуть. Затем изделие помещают в печь, выдерживая при температуре 900-920°С в течение 2-2,5 часов. При использовании такой пасты цементация обеспечивает толщину науглероженного слоя 0,7-0,8 мм.

Жидкостная цементация также возможна в небольшой мастерской при наличии печи-ванной, в которой и происходит науглероживание инструментов и других изделий. В состав жидкости входят: сода - 75-85%, 10-15% хлористого натрия, 6-10% карбида кремния. Печь-ванну наполняют этим составом и погружают изделие или инструмент. Процесс протекает при температуре 850-860°С в течение 1,5-2 часов; толщина науглероженного слоя достигает при этом 0,3-0,4 мм.

Газовую цементацию производят в смеси раскаленных газов, содержащих метан, окись углерода в специальных камерах при температуре 900-950°С и только в производственных условиях. После цементации детали охлаждают вместе с печью, затем закаляют при 760-780°С е окончательным охлаждением в масле.

Нагрев заготовки - ответственная операция. От правильности ее проведения зависят качество изделия, производительность труда. Необходимо знать, что в процессе нагрева металл меняет свою структуру, свойства и характеристику поверхностного слоя и в результате от взаимодействия металла с воздухом атмосферы, и на поверхности образуется окалина, толщина слоя окалины зависит от температуры и продолжительности нагрева, химического состава металла. Стали окисляются наиболее интенсивно при нагреве больше 900°С, при нагреве в 1000°С окисляемость увеличивается в 2 раза, а при 1200°С - в 5 раз.

Хромоникелевые стали называют жаростойкими потому, что они практически не окисляются. Легированные стали образуют плотный, но не толстый слой окалины, который защищает металл от дальнейшего окисления и не растрескивается при ковке. Углеродистые стали при нагреве теряют углерод с поверхностного слоя в 2-4 мм.

Это грозит металлу уменьшением прочности, твердости стали и ухудшается закаливание. Особенно пагубно обезуглероживание для поковок небольших размеров с последующей закалкой.

Заготовки из углеродистой стали с сечением до 100 мм можно быстро нагревать и потому их кладут холодными, без предварительного прогрева, в печь, где температура 1300°С. Во избежание появлений трещин высоколегированные и высокоуглеродистые стали необходимо нагревать медленно.

При перегреве металл приобретает крупнозернистую структуру и его пластичность снижается. Поэтому необходимо обращаться к диаграмме "железо-углерод", где определены температуры для начала и конца ковки. Однако перегрев заготовки можно при необходимости исправить методом термической обработки, но на это требуется дополнительное время и энергия. Нагрев металла до еще большей температуры приводит к пережогу, от чего происходит нарушение связей между зернами и такой металл полностью разрушается при ковке. Пережог - неисправимый брак. Если заготовку ковать нагрев до температуры ниже Тн, то это приведет к образованию трещин. При температуре на 20-30°С выше температуры Тк в металле происходит раскристаллизация и структура остается мелкозернистой. На этом этапе надо заканчивать ковку.

При ковке изделий из низкоуглеродистых сталей требуется меньше число нагревов, чем при ковке подобного изделия из высокоуглеродистой или легированной стали.

Итак. При нагреве металла требуется следить за температурой нагрева, временем нагрева и температурой конца нагрева. При увеличении времени нагрева - слой окалины растет, а при интенсивном, быстром нагреве могут появиться трещины. Известно из опыта, что на древесном угле заготовка 10-20 мм в диаметре нагревается до ковочной температуры за 3-4 минуты, а заготовки диаметром 40-50 мм прогревают 15-25 минут, отслеживая цвет каления.

**Техника безопасности при кузнечных работах.**

* Работы с раскаленным металлом относятся к разряду работ повышенной опасности. Большое значение должно быть уделено качеству ручного и съемного инструмента, одежде и средствам защиты.
* Одежда кузнеца: куртка из плотной хлопчатобумажной ткани с длинными рукавами, застегивающимися манжетами, нижняя часть куртки должна перекрывать верхнюю часть брюк, которые также сшиты из прочной ткани; брюки в свою очередь должны быть такой длины, чтобы закрывать верх ботинок; ботинки лучше иметь на толстой кожаной подошве. Рукавицы рекомендуется иметь из брезента, а некоторые должны иметь асбестовые накладки. Фартук - также из толстого брезента, асбестовой ткани или кожи должен прикрывать грудь и быть длиной ниже колен. На фартуке может быть сделан один карман на груди или справа у пояса.
* Кузнец должен иметь головной убор из фетра, ткани или налобная повязка. Головной убор предохраняет волосы от загрязнения и перегрева.
* Перед началом работы в кузнице необходимо убедиться в исправности молота, ручника, установки наковальни, горна и воздуховодов. При нормальной установке наковальни се рабочая поверхность должна находиться над уровнем пола на высоте 650-800 мм. То есть кузнец, стоя на полу, мог касаться сжатым в кулак пальцами поверхности наковальни. Между наковальней и горном должно быть не менее 1,5м. При проверке наковальни "на удар" звук должен быть чистым, звонким, без дребезжания. Это свидетельствует об отсутствии трещин. До начала работы установить защитные экраны: для предохранения окружения от поражения отлетающей окалиной или частицами металла, а также от вредного теплового воздействия.
* Разрешается работать только проверенным на исправность инструментом, расположенным на рабочем месте с максимальным удобством, не допуская ничего лишнего.
* Пол должен быть ровным и сухим. В кузнице должна быть емкость с песком для засыпки скользких мест.
* В бачке для охлаждения металла должна быть чистая вода и емкость с машинным маслом.
* Во время работы следует пользоваться защитной маской или очками с небьющимся стеклом, а при работе с нагретыми до белого каления поковками - очками со светофильтрами.
* Нельзя смотреть не защищенными глазами на яркий свет (пламя). Это может привести к ослаблению или потере зрения.
* При работе нельзя отвлекаться и разговаривать.
* При ковке заготовки необходимо следить за температурным режимом.
* Ковка перегретого или охлажденного ниже нормы металла запрещается, так как это может быть причиной несчастного случая.
* Поковку надо брать клещами, губки должны плотно обхватывать ее, а рукоятки клещей должны не смыкаться, а пружинить.
* Ручки инструмента при ударах надо держать только сбоку от себя, а не перед собой.
* Молотобоец должен стоять вполоборота к кузнецу, а не напротив. Команды для молотобойца следует подавать четко и громко: "наложи", "бей сильно", "бей раз", "бей до команды", "стой" и показывать молотком место удара. Наносить удары можно только по листу ковки.
* Исключаются холостые удары по наковальне.
* Окончание ковки производят по команде "стой", а не снятием поковки с наковальни.
* При рубке металла зубило ставить только строго вертикально. Рубку производят только по краю наковальни, делая первый и последний удары слабыми. Отрубленный конец поковки следует направлять от себя и в безопасную сторону.
* Удары кувалдой наносить прямо, всем бойком.
* По окончании работы отключают воздуходувное устройство и приводят помещение в порядок.