

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л.Ф. Исламов

Кузнечное дело

ПРАКТИКУМ

для работы на ручном кузнечном оборудовании

для холоднойковки металла

Уфа
Башкирский ГАУ
2019

УДК 621.73

ББК 34.623

И 872

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры механики и инженерной графики

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

И.И. Загиров

Исламов Л.Ф.

И 872 **Кузнечное дело:** практикум для работы на ручном кузнечном оборудовании для холоднойковки металла. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2019. – 40 с.

В практикуме рассмотрены теоретические сведения кузнечного дела: нагрев заготовки и применяемые нагревательные устройства, деформация в процессековки, кузнечные инструменты и основные операцииковки, кузнечная сварка. Приведены основные приемы работы на ручном кузнечном оборудовании для холоднойковки металла, технические характеристики, назначения и инструкции по их применению.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ.....	8
3. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГИБКИ МЕТАЛЛА «ГНУТИК».....	24
4. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СГИБАНИЯ СИНУСОИДЫ (ВОЛНЫ) «ВОЛНА».....	26
5. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГИБКИ ЗАВИТКОВ «УЛИТКА».....	28
6. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СГИБАНИЯ ПО ДУГЕ «ОБЪЕМНИК».....	30
7. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОГО СКРУЧИВАНИЯ «ТВИСТЕР»...32	
8. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ «КОРЗИНОК».....	34
9. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ РУЧНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТРУБОГИБ.....	36
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	38

1 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К кузнечным работам могут допускаться только лица, твердо знающие правила техники безопасности.

Рассмотрим ряд общих требований к индивидуальным средствам защиты:

- для защиты глаз и кожи лица применять очки с защитными стеклами;
- все карманы спецодежды кузнеца должны закрываться клапанами;
- нельзя заправлять куртку в брюки или брюки в сапоги для того, чтобы брызги металла могли свободно скатываться на пол, не задерживаясь в складках одежды;

- брюки у кузнеца должны быть длинные, закрывающие ботинки;

- обувь должна плотно прилегать к ноге и быть зашнурована;

Рассмотрим ряд общих правил по технике безопасности при кузнечных работах.

Во время работы никто, кроме работающих, не должен находиться вблизи рабочего места, особенно при рубке металла, и необходимо следить за тем, чтобы на рабочем месте не скапливались отходы, готовые поковки, горячие обрубки, окалина, так как это мешает работе и может привести к травмированию людей.

Кроме общих правил, при выполнении конкретных операций необходимо выполнять следующие дополнительные правила.

При отрубке металла кузнецы должны стоять так, чтобы в них не мог попасть отскочивший кусок металла. Категорически запрещается стоять против торца отрубаемой заготовки. Углы заточки лезвия зубила должны соответствовать для рубки холодного или горячего металла. Торцовая поверхность ударной части зубила должна быть чистой, без забоин и расклепа. От расклепанной части зубила могут отлететь кусочки металла и причинить ранение кузнецу. Заготовка на наковальню должна быть положена плотно, зубило поставлено строго вертикально, а последние удары по зубилу должны быть слабыми и осторожными.

При протяжке и разгонке заготовка искривляется и во время нанесения по ней ударов кувалдой может подскочить и причинить травму кузнецам. Заготовку

следует регулярно править, покоробленную заготовку, например при разгоне, ставят на наковальню так, чтобы при работе она не имела возможности к повороту вокруг продольной осп и не могла выбить клещи из рук кузнеца.

При осадке первые удары кувалдой следует наносить особенно осторожно, так как исходная заготовка имеет большую высоту, ее торцы могут быть неровными, она может вылететь из-под кувалды и нанести травму кузнецу. Кроме этого, при последующих сильных ударах и недостаточной устойчивости заготовки может вылететь ударный и подкладной инструмент в произвольном направлении.

При гибке погнутая заготовка, требующая последующей высадки в месте изгиба, имеет недостаточную устойчивость. При неточном ударе она может вылететь из-под ударного инструмента и травмировать кузнеца. В случае формирования острого угла у согнутой заточки возможна слабая фиксация ее клещами. Когда гнут любую заготовку, то кузнецам необходимо чувствовать силу удара и выбирать направление его.

При скручивании необходимо следить, чтобы заготовка была зажата очень сильно и не могла выпасть из тисков или другого приспособления, а гаечный ключ или вилка не должны срываться с заготовки.

Первая помощь при несчастных случаях.

Подавляющее большинство несчастных случаев при работе в кузницах происходит вследствие нарушения правил техники безопасности. При несчастном случае пострадавший, при легком травмировании, должен сам пойти в медпункт, при тяжелых травмах пострадавшего отправляют в лечебное учреждение его товарищи. В том и другом случаях каждый рабочий должен уметь принять неотложные меры еще до отправки пострадавшего в медпункт или больницу.

Повреждения кожного покрова вызывают кровотечение. При этом рану промывать водой нельзя. Если рана небольшая, то ее смазывают йодом. Если рана большая, то йодом смазывают только ее края. В том и другом случаях рану необходимо забинтовать стерильным бинтом.

Если происходит сильное кровотечение, то выше раны следует наложить дополнительную повязку в виде жгута, который затянуть до полной остановки крови.

При небольших ушибах наружных частей тела на ушибленное место следует наложить холодный компресс. Если ушиб тяжелый (повреждены внутренние органы), то больного надо осторожно уложить на носилки или в удобное место, освободить его от стесняющей одежды и быстро вызвать врача. До прихода врача на ушибленное место надо класть холодные компрессы.

Засорение глаз в кузнице возможно отлетающей окалиной и другими посторонними небольшими инородными частицами. При этом категорически запрещается протирать глаза грязными руками. Удалять из глаза инородное тело можно только чистой тряпочкой (бинтом, платком и др.). Если этого не удастся сделать, то пострадавшему следует немедленно обратиться к врачу.

При явных переломах или подозрениях на перелом конечностей пострадавшего следует уложить на носилки, лавку, на пол или в другое место и на место перелома наложить жесткую повязку с применением негнущихся предметов с двух сторон в виде шин, дощечек, лубков, твердого картона и т. п. Такая повязка предохраняет сломанные кости от смещения их концов и облегчает боль.

На обожженное место следует прикладывать компрессы из питьевой соды (одна столовая ложка на стакан воды) или раствора марганцовки. Если эти и другие средства отсутствуют, то обожженное место надо забинтовать и немедленно обратиться в пункт первой помощи.

Если на рабочем загорелась одежда и ее нельзя быстро снять, то надо немедленно положить пострадавшего, накрыть его плотной тканью и облить водой. При отсутствии воды и ткани пострадавшего прижимают к земле и закутывают в любые предметы одежды другого рабочего, зимой можно засыпать снегом. Обожженные места обработать, как указано при ожогах.

Тепловой удар может произойти в случае сильного перегрева организма кузнеца. У пострадавшего наступает обморочное состояние. В таком случае пострадавшего надо положить в прохладное место, расстегнуть одежду, смочить

грудь и лицо холодной водой и прикладывать к телу холодные компрессы. Если у пострадавшего прерывается дыхание, то следует применить искусственное дыхание, ритмично разводя в стороны и сводя на груди руки пострадавшего с частотой около 16 ... 18 раз в минуту.

При поражении электрическим током, прежде всего следует прекратить действие тока на пострадавшего. Выключить ближайший рубильник, отвести провод от пострадавшего. Если это невозможно сделать, то перерубить провода. Рубить их надо инструментом с деревянной ручкой и каждый по отдельности. Если действие тока прекратить невозможно, то надо оттянуть от проводов пострадавшего, но при этом оказывающий помощь должен надеть резиновые перчатки, калоши или резиновые сапоги.

В случаях, когда пострадавший потерял сознание, надо положить его в помещении, где имеется доступ свежего воздуха, и вызвать врача. Если потеря сознания сопровождается остановкой дыхания, то до прихода врача следует делать искусственное дыхание (см. выше).

Строгое выполнение правил безопасности является залогом предупреждения травматизма, несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Ковкой называется горячая обработка металлов, при которой от ударов или давления изменяются геометрические размеры заготовки.

Путём ковки изготавливают многие ответственные детали машин: валы, шестерни, оси, ползуны, вилки.

По способу механического воздействия на заготовку ковка разделяется на **ручную и машинную**.

Ручная ковка проводится ручным инструментом на наковальне, машинная – на молотах и прессах.

Ковка может быть **свободной** и **закрытой**. При свободной ковке металл сдавливается с двух сторон наковальней и инструментом. В случае закрытой ковки течение металла ограничивается со всех сторон стенками штампа, поэтому закрытая ковка обычно называется **горячей штамповкой**. Для получения нужной геометрической формы в штампе вырезана полость, копирующая будущую деталь.

Полученные в результате ковки изделия называют **поковками**. Из поковок изготавливают детали машин и различный инструмент.

Ковке поддаются только те металлы, которые в горячем состоянии пластичны, т.е. мягки и способны изменять геометрическую форму без разрушения.

Основным металлом, обладающим этим свойством, является сталь /1/.

2.1 Нагрев стали перед ковкой

Чтобы заготовка стала более пластичной и легко ковалась, её нагревают до определённой температуры в зависимости от марки стали (таблица 2.1).

Нагревать сталь до очень высоких температур нельзя, так как происходит чрезмерный рост зёрен, это явление называется **перегревом**. В деталях из перегретой стали в процессе эксплуатации могут появиться трещины, потому что крупнозернистая сталь очень хрупкая. Перегрев исправляется последующей термической обработкой – правильным нагревом или нагревом с проковкой /2/.

Таблица 2.1 Температурный интервалковки различных сталей

Сталь	Углерод	Температура, °С	
		началаковки	концаковки
Углеродистая	0,1 – 0,2	1300	880
	0,3 – 0,4	1200	850
	0,5 – 0,6	1150	850
Быстрорежущая	0,6 – 0,7	1150	950
Хромистая	0,3 – 0,4	1100	825

Когда температура нагрева близка к точке плавления стали, может наступить **пережог** – окисление по границам зёрен. При ковке пережжённый металл даёт трещины или распадается на части. Исправить пережог невозможно и поэтому такой металл идёт на переплавку.

Продолжительность нагрева до заданной температуры зависит от марки стали, размера заготовки. Стали разных марок имеют неодинаковую теплопроводность. Например, углеродистые стали более теплопроводны, чем хромистые. Чем меньше теплопроводность и больше поперечное сечение, тем медленнее следует нагревать заготовки. Чем меньше теплопроводность, тем больше разница между температурой внешних и внутренних слоёв заготовки при одинаковой скорости нагрева.

Существует много способов и формул определения времени нагрева. Наиболее простой и распространённой является формула, предложенная академиком Н.И. Доброхотовым

$$t = K \times A \times D \times \sqrt{D}, \quad (1)$$

где K – коэффициент, равный 10 для углеродистых (углерода до 0,4%) и 20 для легированных сталей;

A – коэффициент, учитывающий расположение заготовок в печи ($A=1 \dots 4$);

D – диаметр или сторона квадрата заготовки, м.

2.2 Нагревательные устройства

2.2.1 Кузнечный горн

Сталь в кузницах нагревают в горнах и печах. Топливо в горне соприкасается непосредственно с нагреваемым металлом. В печах с металлом соприкасаются продукты

горения топлива – газы. Горн может быть **закрытым** и **открытым**. Он применяется, обычно, для нагрева заготовок при ручной ковке небольших изделий или для местного нагрева длинных прутков.

На рисунке 2.1 показан разрез открытого горна. В горновом гнезде находятся горящий уголь и нагреваемая заготовка. Воздух для горения подаётся от вентилятора по трубопроводу через фурму. Подача воздуха регулируется рукояткой.

Перед тем как разжечь горн древесной стружкой или горячим углём горновое гнездо очищают от шлака и золы и продувают фурму. Затем засыпают уголь или кокс слоем примерно 150 мм. Для лучшего спекания (образования корки) уголь слегка поливают водой и утрамбовывают.

Топливо, применяемое в горнах не должно содержать серы, так как при нагреве она переходит в металл и делает его непригодным к ковке. Поэтому лучшее топливо для горна – древесный уголь или кокс. Чтобы металл быстрее нагревался и на его поверхности образовывалось меньше окалина, заготовка должна находиться под слоем угля примерно в 100 – 150 мм от дна очага. Уголь подбрасывают не прямо в очаг горения, а на край горна, чтобы часть серы выгорела до соприкосновения горящего угля с металлом.

Густой дым, идущий из горна, свидетельствует о большом количестве воздуха, поступающего в горн.

При нагреве металла в горнах температуру определяют на глаз по цветам каления (таблица 2.2).

Таблица 2.2 Цвета каления при нагреве металла

Цвет каления	Температура, °С	Цвет каления	Температура, °С
Начало свечения в темноте	500	Оранжевый	950 – 1000
Темно-красный	650 – 700	Оранжево-желтый	1000 – 1050
Вишнево-красный	700 – 750	Соломенно-желтый	1050 – 1100
Светло-вишневый	750 – 850	Светло-желтый	1100 – 1250
Тёмно-оранжевый	850 – 950	Белое каление	1250 – 1300

2.2.2 Индукционный нагрев

Индукционный нагрев основан на передаче на малые расстояния специально сформированного потока электромагнитной энергии и превращении ее в тепловую

энергию в заготовке. Получение такого потока энергии осуществляется с помощью катушек-индукторов плоской или цилиндрической формы, изготовленных из водоохлаждаемой медной трубки. При индукционном нагреве катушка-индуктор является первичной обмоткой, а вторичной обмоткой служит сам нагреваемый металл, который помещают в индуктор. Индукторы подключают к специальным генераторам переменного напряжения различных частот. Тепловая энергия в нагреваемом металле возникает в результате прохождения через него переменного электрического тока (вихревые токи Фуко), возникающего по закону электромагнитной индукции.

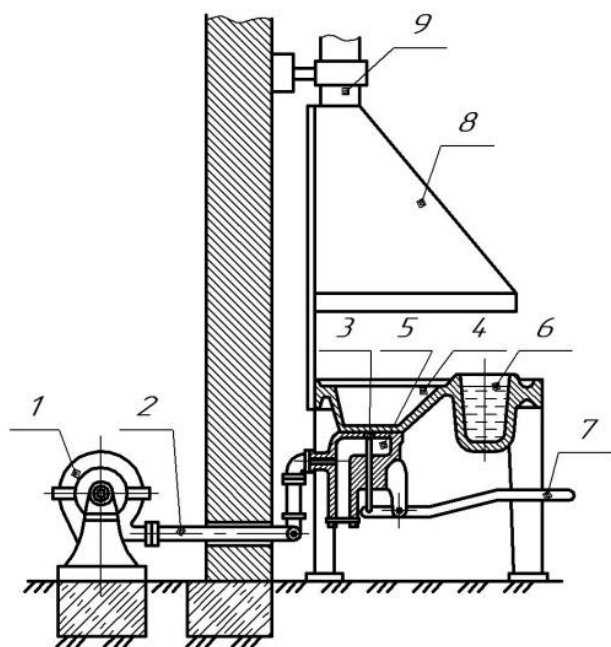


Рисунок 2.1 Разрез открытого горна:
1 – вентилятор; 2 – воздуховод; 3 – конусный затвор фурмы; 4 – горновое гнездо; 5 – фурма; 6 – бачок с водой; 7 – рукоятка; 8 – зонт для вытяжки; 9 – вытяжная труба.

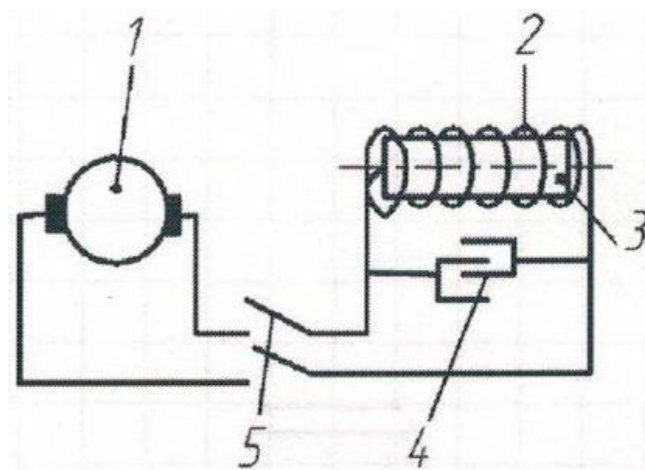


Рисунок 2.2 Схема индукционного нагревательного устройства:
1 – генератор; 2 – индуктор; 3 – заготовка; 4 – батарея конденсаторов; 5 – контактор

Для индукционного нагрева металла характерен поверхностный эффект, заключающийся в том, что плотности тока в индуктирующем проводнике и протекающего по заготовке неодинаковы по их сечению. Поверхностный эффект является функцией частоты. Наибольшие значения плотностей тока наблюдаются

на поверхностях индуктирующего проводника и нагреваемой заготовки. С увеличением частоты глубина проникновения электрического тока и магнитного потока в металл уменьшается. Эффективную глубину проникновения p (см) электрического тока в металл можно определить по формуле Штейнмеца:

$$p \approx 5030 \sqrt{\frac{\rho}{\mu_m \nu}}, \quad (2)$$

где ρ — удельное электрическое сопротивление нагреваемого металла, ом·см (ом·м);

μ — магнитная проницаемость металла, гс/с (гн/м);

ν — частота тока, Гц.

В практике индукционного нагрева кузнечных заготовок встречается понятие сквозного нагрева, означающее высокопроизводительный равномерный нагрев металла внутренними источниками тепловой энергии.

Установка для индукционного нагрева (рисунок 2.2) имеет генератор 1, индуктор 2, в виде облегчающих заготовку 3 витков медной трубки, по которой циркулирует вода для охлаждения, и генератор токов высокой (ТВЧ) или промышленной частот. При прохождении переменного тока через индуктор вокруг его витков возникает переменное поле индукции, а в заготовке возбуждаются вихревые токи, разогревающие ее. Установка оборудована батареей конденсаторов 4 и контактором 5 для ее включения и выключения.

Существенное влияние на производительность и КПД индукционных нагревателей оказывает отношение диаметров нагреваемых заготовок к глубине проникновения тока в металл. В справочной литературе имеются сведения о глубине проникновения тока в некоторых металлах при различных частотах и температурах.

Индукционный нагрев обладает рядом преимуществ по сравнению с другими видами нагрева. Основными преимуществами являются высокая скорость нагрева; снижение отходов металла на окалину; повышение стойкости штампов из-за снижения окалины, оказывающее абразивное действие.

2.3 Деформация в процессековки

Деформация – это процесс изменения формы и размеров тела под действием внешних или внутренних сил. Если после снятия действия сил тело не восстанавливает свою форму, такую деформацию называют **пластической**. Если после снятия действия сил тело возвращается в исходное состояние, деформацию называют **упругой** /3/.

Для того чтобы представить себе деформацию металла при ковке, возьмем металлическую заготовку и поставим её на наковальню. Зёрна, из которых состоит металл, условно принимаются в виде небольших шаров (рисунок 2.3).

На каждое зерно торцевой поверхности действует небольшая сила; в сумме эти силы вызывают элементарные силы трения, которые не дают перемещаться в стороны зёрнам металла, соприкасающимся с молотом и наковальней. Во втором слое зёрен все частицы оказываются как бы заклиненными, кроме крайних и т.д. В каждом следующем слое по сечению с левой и правой стороны оказывается на одну заклиненную частицу меньше, чем в предыдущем. Таким образом, в пространстве образуется конус, который как монолит действует на остальной металл. Этот конус называется конусом скольжения. Каждая частица металла, находящаяся в конусе скольжения, перемещается только со всем конусом. Следовательно, объем металла, находящийся в конусе скольжения не участвует в общей деформации, а конус действует как клин, выжимая металл, расположенный снаружи от него, в стороны. В результате диаметр взятой нами заготовки в средней части будет увеличиваться, высота её уменьшаться и заготовка принимает бочкообразную форму. Если высота цилиндра значительно больше его диаметра, заготовка послековки будет похожа на цифру восемь. Это объясняется тем, что верхний и нижний конусы скольжения расположены далеко друг от друга и поэтому не смыкаются.

Если основание конуса скольжения равно поверхности верхнего бойка (молота или другого инструмента), соприкасающегося с торцом заготовки, то заготовка металла уменьшается по высоте (осадка). Если боёк покрывает только часть металла, то конусы скольжения раздают металл в стороны, вытягивая его.

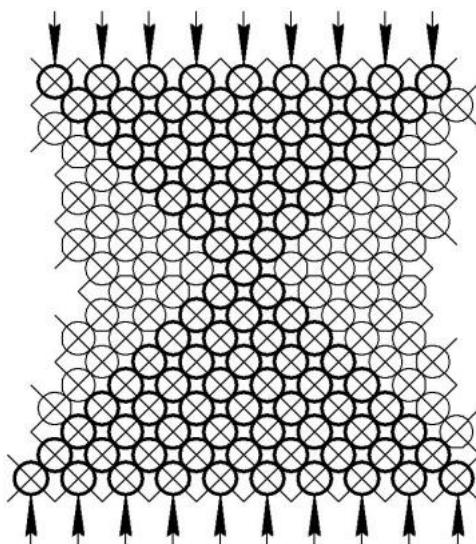


Рисунок 2.3 Схема осадки металла и образования конусов скольжения

2.4 Кузнечные инструменты

Наковальня (рисунок 2.4) – это стальная опора на которой куют металл. Она имеет один или два конических отростка – рога, предназначенных для гибки заготовки под различными углами иликовки колец. Верхняя часть наковальни называется лицом или наличником. Это поверхность, которая должна быть гладкой и твердой. Весит наковальня примерно 100 – 350 кг. Наковальню устанавливают на такую высоту, чтобы пальцы опущенной руки кузнеца касались поверхности наличника /4/.

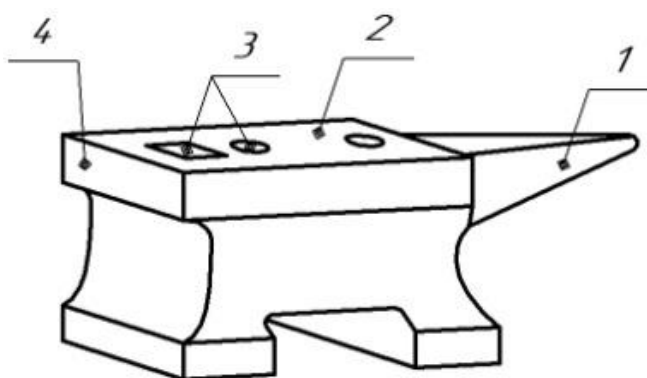


Рисунок 2.4 Однорогая наковальня:

1 – рог; 2 – лицо наковальни; 3 – отверстия; 4 – отросток

Кузнечные клещи (рисунок 2.5) – применяют, когда нужно удерживать или перевернуть заготовку в процессековки. Концы клещей (губки) бывают различной формы

в зависимости от конфигурации и размеров заготовки. Если в процессековки не окажется клещей требуемой формы, то губки клещей можно легко подогнать под заготовку.

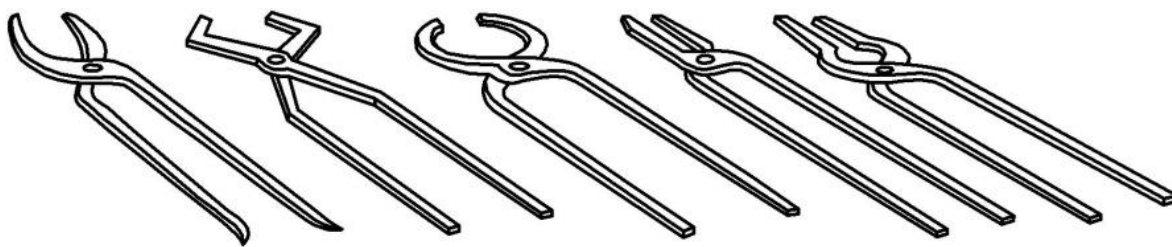


Рисунок 2.5 Кузнечные клещи

Кузнечный молоток или ручник (рисунок 2.6, а, б) – основной инструмент кузнеца. Он служит дляковки мелких изделий; им кузнец указывает место удара молотобойцу. Весит ручник от 0,2 до 1,0 кг.

Рукоятку кузнечного молотка делают из сухого прочного дерева (рябины, клёна, кизила) длиной 0,35 – 0,4 м.

Кувалда (рисунок 2.6, в, г) – служит основным инструментом молотобойца, которым он наносит удары по металлу. Поверхность бойка кувалды слегка выпуклая, противоположная сторона её может быть или плоской или клиновидной. Весит кувалда от 2,0 до 10,0 кг.

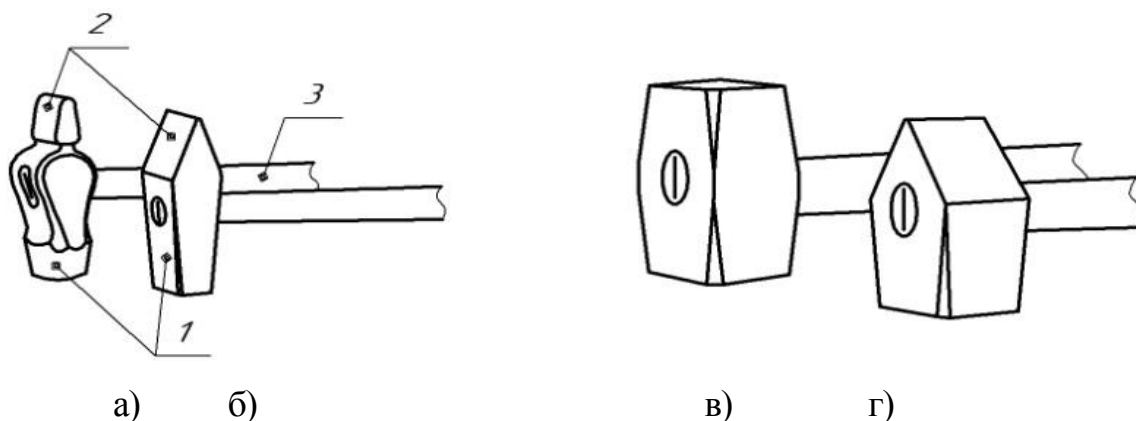


Рисунок 2.6 Кузнечные молотки и кувалды:

1 – боёк; 2 – задок; 3 – рукоятка; а – с заострённым задком; б – с тупым задком; в – с обеими плоскими поверхностями; г – с одной плоской и одной клиновидной поверхностями

Кузнечные зубила (рисунок 2.7, а, б) применяют для рубки заготовок в горячем или холодном состоянии. Режущая кромка зубила для рубки холодного металла должна

затачиваться под углом 60° , а для рубки горячего металла – под углом 30° . Но кузнецы обычно затачивают зубило для рубки холодного металла под углом 50° , а для рубки горячего металла под углом $60 - 70^\circ$.

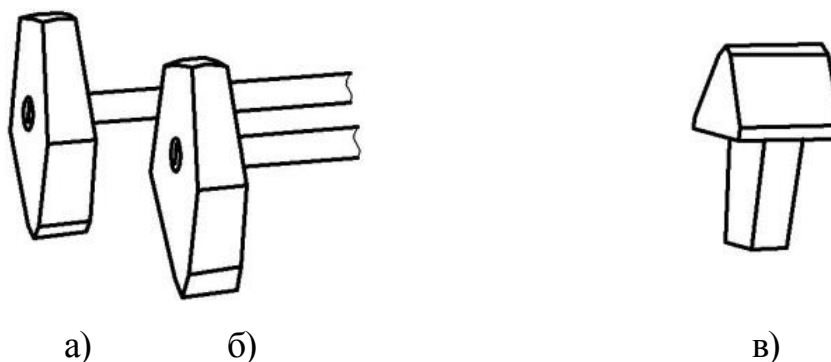


Рисунок 2.7 Кузнечные зубила и подсечки:

а – для холодной рубки; б – для горячей рубки; в - подсечка

Подсечки (рисунок 2.7, в) применяют для облегчения или ускорения рубки металла как в холодном, так и в горячем состоянии. Подсечки квадратным хвостовиком вставляют в отверстие наковальни. Верхняя часть подсечки клинообразная и имеет такую же заточку, как и у кузнечного зубила.

Бородки кузнечные (рисунок 2.7, а) предназначены для пробивки отверстий в металле. Рабочий конец бородка может иметь различную форму в зависимости от конфигурации пробиваемого отверстия. Бородки изготавливают из стали У8 и закаливают только рабочую часть.

Гладилки (рисунок 2.8, б) используют для окончательного выравнивания плоских поверхностей поковок. Рабочая часть, или лицо, гладилки представляет собой шлифованный квадрат со стороной $50 - 110$ мм.

Обжимки (рисунок 2.8, в) служат для придания поковке правильной формы: цилиндрической, шестигранной, квадратной и т.д. Они состоят из верхней части – верхника и нижней части – нижника. Обе части имеют выемки, соответствующие по форме требуемому очертанию поковки. Нижник хвостом вставляют в отверстие наковальни.

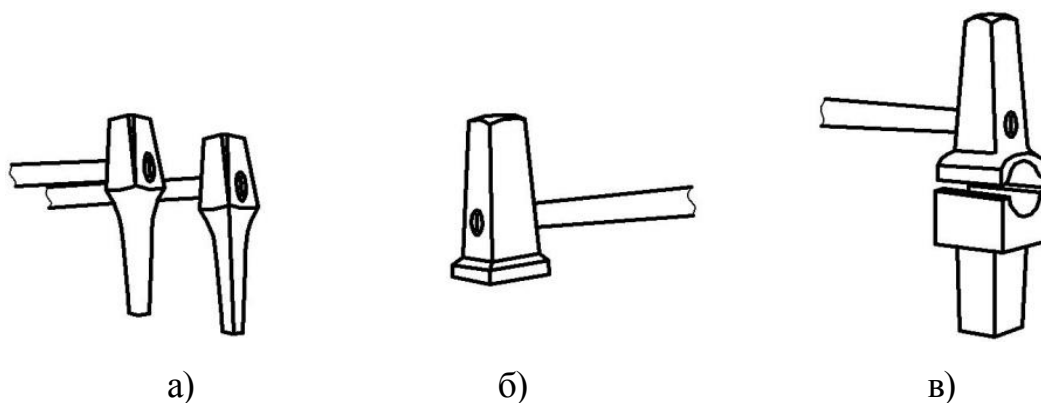


Рисунок 2.8 Кузнечные инструменты:

а – бородки; б – гладилка; в – обжимка

Существуют и другие инструменты для обработки металла: **подбойники** – для вытяжки металла, выделки выемок и т.д.; **кузнечные формы** – для получения поковок определенной конфигурации; измерительные инструменты: кронциркули кузнечные, калибры кузнечные, различные шаблоны.

2.5 Основные операции ковки

Протяжкой (вытяжкой) (рисунок 2.9) называется операция, при которой заготовка увеличивается в длину за счет уменьшения её поперечного сечения. Вытяжке могут подвергаться сплошные и полые заготовки. Свободное перемещение металла происходит преимущественно в длину заготовки. Поэтому при ковке заготовку располагают поперёк бойков или применяют узкие бойки.

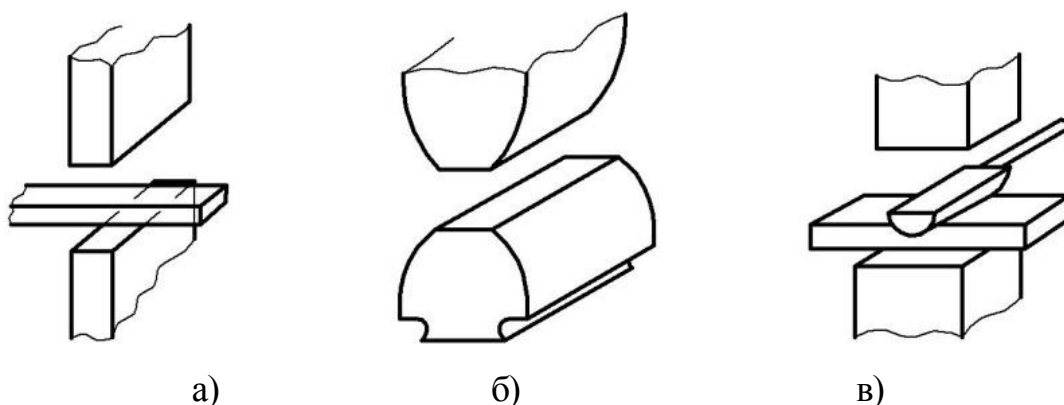


Рисунок 2.9 Протяжка металла:

а – расположение поковки поперёк бойков; б – узкие бойки; в – протяжка подбивкой

Разгонкой (рисунок 2.10) называется операция, при которой заготовка увеличивается в ширину больше, чем в длину. Разгонка проводится специальным

инструментом – раскаткой. Разгонку так же, как и протяжку, начинают с середины заготовки с последующим перемещением влево и вправо.

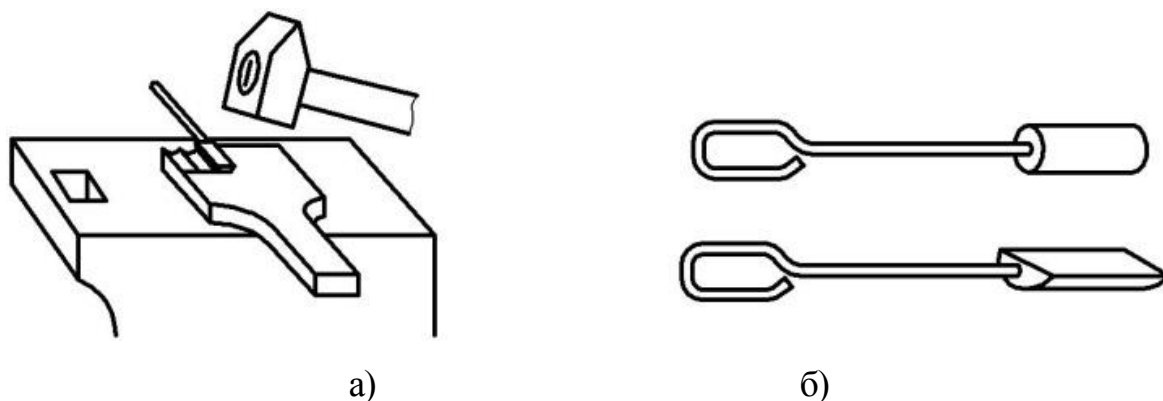


Рисунок 2.10 Разгонка поковки:

а – процесс разгонки; б - раскатки

Рубкой (рисунок 2.11) называется операция, при которой от заготовки отделяется часть металла. Разновидностью рубки является надрубание (наметка). Сталь можно рубить в холодном и горячем состоянии. При рубке холодного металла сначала надрубают заготовку зубилом примерно на половину её толщины. Затем поворачивают на 180° . Укладывают на край наковальни, устанавливают вторично зубило против надруба и окончательно отрубает кусок металла. Рубить металл в холодном виде опасно, поэтому необходимо принять все меры предосторожности: оградить опасные места, следить, чтобы не было в кузнице посторонних лиц, и главное не отрубать металл до конца. Специальные высоколегированные стали отрубает только в нагретом состоянии.

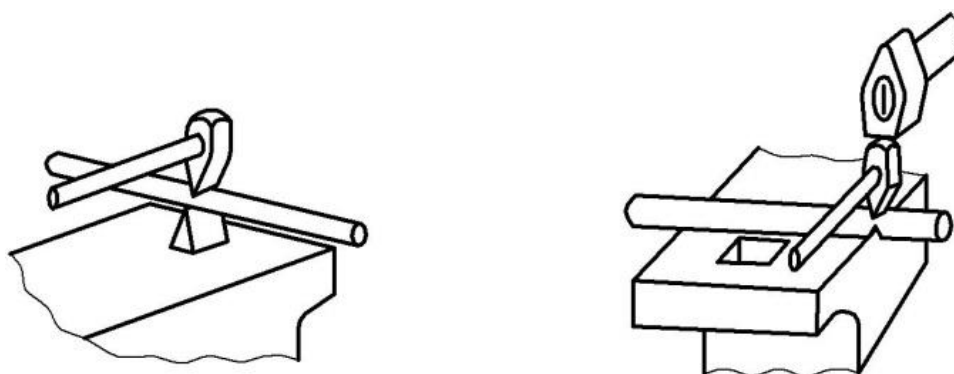


Рисунок 2.11 Кузнечная рубка металла

Гибкой (рисунок 2.12) называется операция, при которой заготовку изгибают в соответствии с заданной формой. При ручной ковке изгибаемую полосу кладут на наковальню, прижимают кувалдой и ручником ударяют по свободному концу полосы.



Рисунок 2.12 Примеры гибки

2.6 Кузнечная сварка

Кузнечной сваркой образуют неразъемное соединение в результате действия кузнечного ударного инструмента на металл, находящийся в пластическом состоянии.

Кузнечной сваркой в основном выполняют неразъемные соединения из низкоуглеродистых конструкционных сталей с содержанием углерода до 0,3%, так как при большем содержании углерода свариваемость стали резко ухудшается.

Получить качественное неразъемное соединение кузнечной сваркой можно только при условии удаления с соединяемых поверхностей окисленных и других загрязняющих пленок к моменту ковки. Кузнечная сварка не обеспечивает высокой надежности сварного соединения, она малопроизводительна, пригодна для ограниченного количества металлов, требует высокой квалификации кузнеца. Однако в полевых условиях при ремонте ответственных деталей машин и при ковке поковок ручной ковкой кузнечную сварку применяют достаточно часто.

Технология выполнения кузнечной сварки следующая.

Нагрев заготовок для кузнечной сварки осуществляют в горнах или печах. При этом требуется, чтобы в очаге не было лишнего топлива, а пламя должно быть не окислительным. Наилучшими видами топлива для горна при нагреве заготовок под кузнечную сварку является древесный уголь и кокс, в которых почти отсутствует сера, снижающая прочность сварного шва. Однако в большинстве случаев применяют каменный уголь с содержанием серы не более 1% и золы до 7%. Уголь для нагрева заготовок под сварку должен быть отборным, т. е. некрупным и хорошо просеянным, так называемый «орешек». Горн нужно хорошо очистить и

засыпать в него столько угля, чтобы хватило для нагрева одной заготовки под сварку. Заготовки следует загружать в очаг только после того, как уголь хорошо прогорит и большая часть серы из него уже выделится.

Подготовленные к сварке концы заготовок нагревают до температуры, несколько большей температуры начала ковки. Чем меньше углерода в стали, тем выше должна быть температура ее нагрева. Например, низкоуглеродистую сталь нагревают до температуры 1350 ... 1370 °С. При этой температуре концы заготовок, подлежащие сварке, имеют ослепительно белый цвет. При сварке стали с повышенным содержанием углерода, например при сварке лезвия топора из стали У7 с основным телом топора заготовку нагревают до температуры 1150 °С. При такой температуре заготовка будет иметь белый с желтоватым оттенком цвет каления.

Так как при температуре выше начала ковки происходит интенсивное образование окалины и возможен пережог металла, то для уменьшения окалины, облегчения ее удаления и предохранения металла от пережога заготовку посыпают флюсом. Флюс посыпают на заготовку в период нагрева ее до температуры 950 ... 1050 °С. В качестве флюса применяют чистый, сухой и мелкий речной песок, хорошо промытый, просеянный и отделенный от глины и других примесей. Толстый слой флюса на металле затрудняет его равномерный прогрев и последующую очистку от шлака. Поэтому посыпать его нужно равномерным тонким слоем на расстоянии 0,5...0,6 м от огня. Иногда к песку добавляют около 10% прокаленной буры. Она лучше шлакуется, чем песок, и очищает металл от всех посторонних примесей, оседающих на нем при нагреве. Применять буру следует, когда уголь плохо очищен и дает много шлака. Если нет буры, ее можно заменить поваренной солью.

При нагреве мелких заготовок их часто не посыпают флюсом в горне, а быстро вытаскивают из огня и раскаленным концом втыкают в песок, находящийся в металлическом ящике на горне. После этого заготовку снова кладут в горн для окончания нагрева.

Образующийся из флюса шлак постепенно стекает с поверхности металла, поэтому при дальнейшем нагреве заготовки до сварочной температуры ее еще 2—3 раза посыпают песком, не вынимая из огня.

При сварке стали, содержащей больше 0,3% углерода, к флюсу добавляют опилки мягкого железа, а иногда ферромарганец. При высокой температуре такие опилки поглощают с поверхности стали углерод и способствуют улучшению качества сварки.

Если необходимо сваривать две заготовки из разных марок сталей, то сначала начинают нагревать сталь с меньшим содержанием углерода, так как температура нагрева ее до сварки больше, а спустя некоторое время, начинают нагревать заготовку из стали с большим содержанием углерода.

Сварку выполняют следующим образом. После нагрева свариваемые заготовки быстро вынимают из горна и ударами о наковальню, а также молотком сбивают шлак. Иногда для очистки заготовок используют скребки и металлические щетки. Затем стыкуют или накладывают друг на друга подлежащие сварке концы заготовок и наносят по ним сначала легкие и частые удары, при которых остатки шлака выдавливаются наружу, а поверхности стыка плотно прижимаются друг к другу, что защищает их от окисления. Сварку заканчивают частыми сильными ударами, в результате которых сваривают соединяемые концы заготовки и получают требуемую форму и размеры в месте сварки. Нельзя ограничиваться проковкой только места сварки. Надо также хорошо проковать участки, прилегающие к месту сварки, чтобы увеличить прочность всей поковки. Проковку следует вести от середины соединения к краям, чтобы дать возможность выходу шлака.

Иногда для лучшей проковки сваренную заготовку повторно нагревают до сварочной температуры и еще раз проковывают. Однако такие нагревы делать нежелательно.

Способы кузнечной сварки (рисунок 2.13). **Сварка внахлест** (рисунок 2.13, а) является наиболее распространенным способом, при котором получается достаточно прочное сварное соединение. Концы заготовок к сварке готовят

следующим образом. Сначала их высаживают. Потом на них отковывают скосы при помощи молотка, кувалды и полукруглой подбойки-верхника 3. Середина скосов должна быть выпуклой для облегчения вытеснения шлака при началековки. После нагрева концов до сварочной температуры их скосами накладывают один на другой и выполняют операции сварки и отделки, как описано выше.

Достоинством этого способа кузнечной сварки является то, что форма исходных свариваемых поверхностей обеспечивает хорошее удаление отходов шлага с соединяемых поверхностей.

Этим способом сваривают заготовки толщиной или диаметром до 30 мм с одним нагревом. При сечениях с большими размерами операцию выполняют с двумя нагревами. С первого нагрева сваривают тонкие участки соединения, а после второго нагрева выполняют окончательную сварку. При диаметре заготовок больше 60 мм сварку ручной ковкой не удастся осуществить, поэтому ее выполняют на молотах.

Сварку в разруб (рисунок 2.13, б) применяют для заготовок с большими сечениями или при сварке мягкой стали с твердой. Здесь требуется более сложная подготовка свариваемых концов. Оба свариваемых конца высаживают: из мягкой стали больше, а из твердой несколько меньше. После этого высаженный конец заготовки из мягкой стали разрубает, а конец из твердой стали отковывают на клин так, чтобы он входил в разруб первой заготовки. Затем, после соответствующего нагрева и удаления шлака, концы соединяют, сваривают и отделывают, как описано выше.

Сварка встык (рисунок 2.13, в) состоит в том, что концы свариваемых заготовок высаживают до полутора диаметров от исходных и закругляют, чтобы при сварке вытеснялся шлак. Затем, после соответствующего нагрева и удаления шлака, кузнец берет один кусок, а молотобоец — другой и на наличнике наковальни прикладывает один конец к другому и ударяют кувалдой по противоположным холодным концам до тех пор, пока концы не сварятся, после чего частыми и сильными ударами заканчивают сварку и отделку сваренного места.

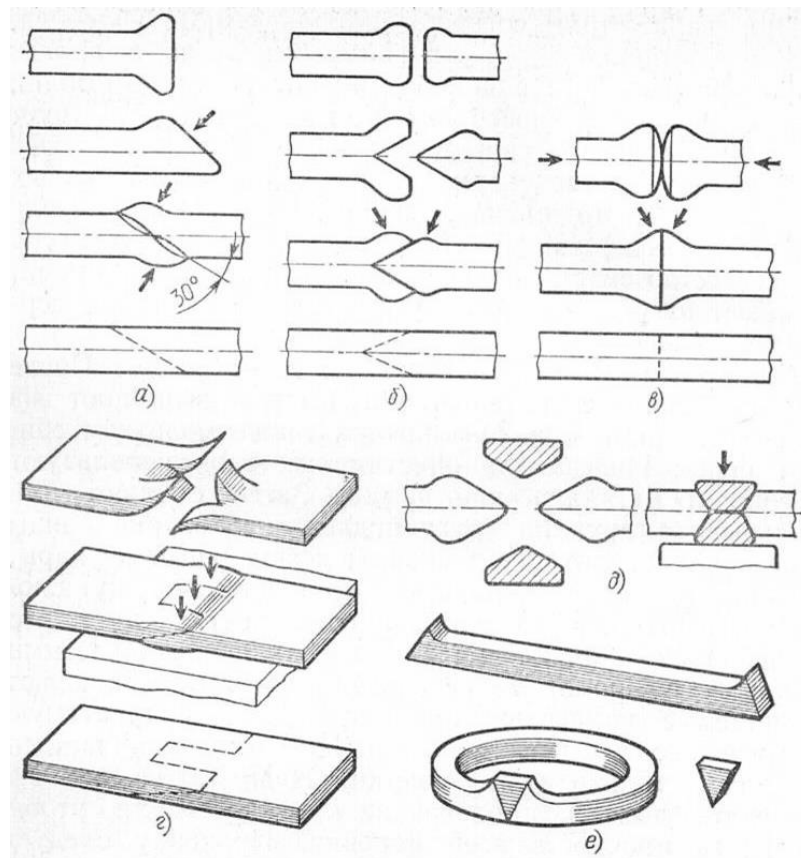


Рисунок 2.13 Способы кузнечной сварки

Сварку вращеп применяют для соединения тонких полос, что требует достаточно сложной подготовки свариваемых концов. При выборе соединяемых заготовок следует предусмотреть, чтобы они заходили один на другой не менее чем 2,5 толщины свариваемых полос. Порядок сварки показан на рисунок 2.13, *г*. Подготовленные для сварки концы нагревают до сварочной температуры, очищают от шлака, вставляют друг в друга, сваривают и отделяют ковкой, как описано выше. Такой способ сварки обеспечивает высокую прочность сварного соединения. Его применяют при сварке колесных шин, поломанных рессорных листов. Однако при сварке рессорной стали нельзя гарантировать хорошего качества шва, так как такая сталь содержит много углерода и кремния.

Сварка замок используется для соединения концов поковок типа колец. При этом свариваемые концы соответствующим образом формируют и для постановки между ними изготавливают шашки (клинья) из марки стали, одинаковой с маркой стали свариваемых концов. Нагретые до сварочной температуры концы заготовки и шашки

3. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГИБКИ МЕТАЛЛА «ГНУТИК»

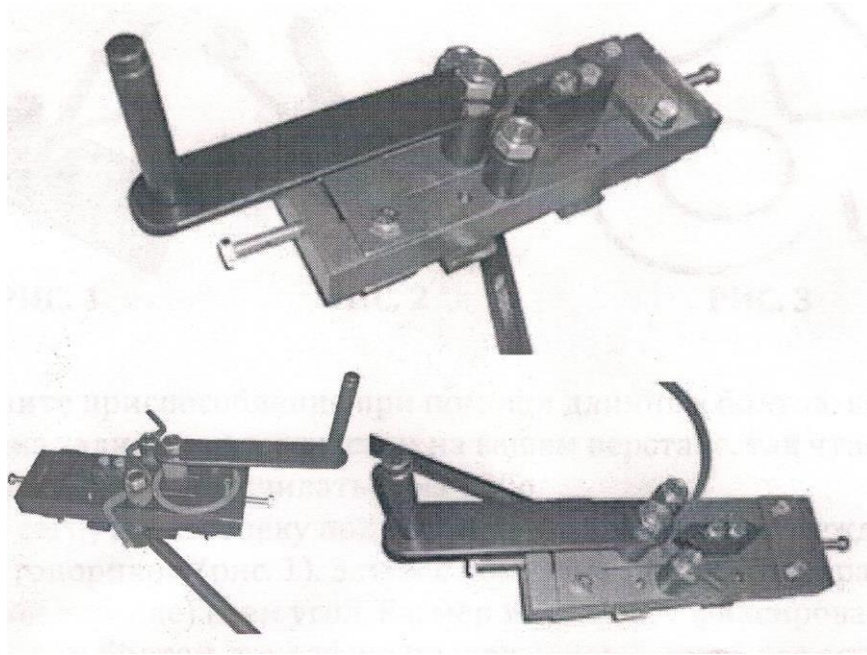


Рисунок 3.1 Общий вид инструмента для гибки металла «гнутик»

Таблица 3.1 Технические характеристики

Квадрат, мм	до 12x12
Полоса, мм	до 40x5
Пруток, мм	до 12
Размер, мм	370x120x230
Вес, кг	19

3.1 Назначение. Приспособление предназначено для сгибания квадрата, прутка или полосы под фиксированным углом или по дуге.

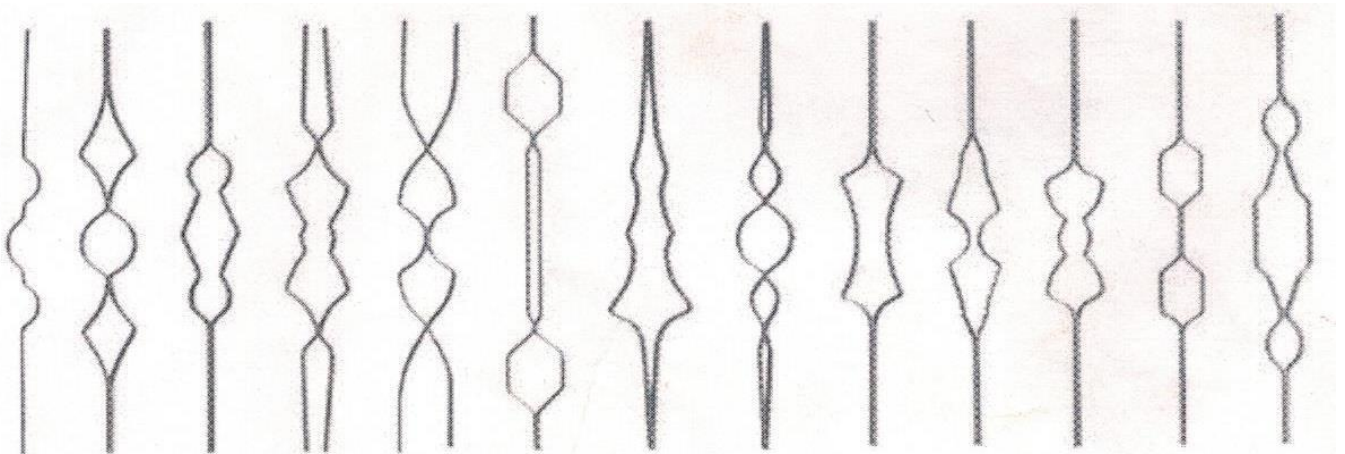


Рисунок 3.2 Образцы узоров

3.2 Инструкция по применению

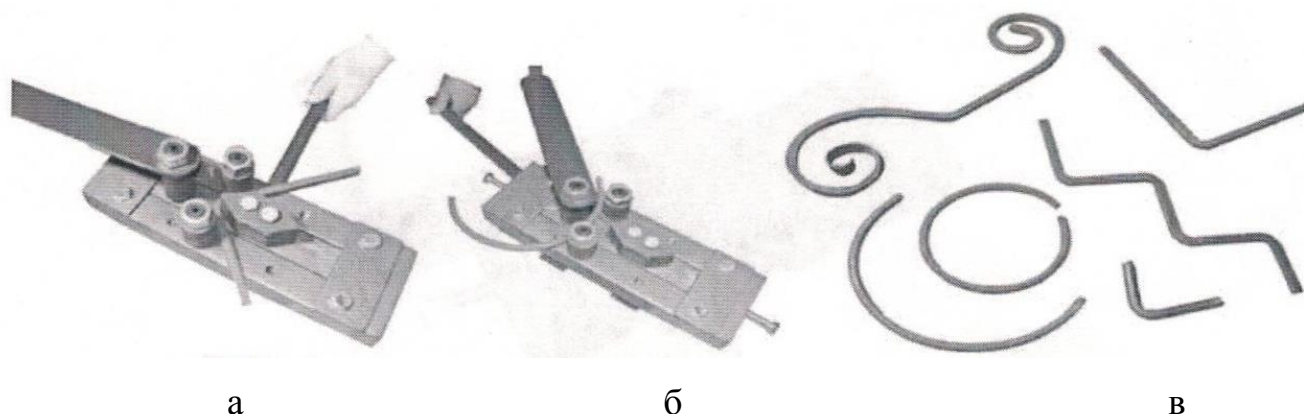


Рисунок 3.3 Применение инструмента

1. Закрепите приспособление при помощи длинных болтов, которыми уже скреплена задняя часть оснастки на вашем верстаке, так чтобы нижний рычаг мог поворачиваться на 180° ;

2. Чтобы согнуть заготовку под углом ее устанавливают между роликами и топориком (рисунок 3.3, а). Затем с помощью рычага (поворачивая его по часовой стрелке) гнем угол. Размер угла может фиксироваться регулировочным болтом, т.е. зафиксировав первый изгиб, все остальные будут одинаковые.

3. Для сгибания по дуге, например в полукольцо, устанавливаем заготовку между роликами и прокатной рукояткой (рисунок 3.3, б). Затем с помощью рычага прижимаем заготовку так, чтобы она немного согнулась, и вращаем рукоятку прокатывая заготовку по всей длине. Так постепенно прижимая рычагом можно прокатывать заготовку в кольцо.

4. После нескольких сгибаний сметайте щеткой окалины с оснастки. Периодически смазывайте трущиеся части, приводящие в движение центральную часть приспособления.

4. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СГИБАНИЯ СИНУСОИДЫ (ВОЛНЫ) «ВОЛНА»

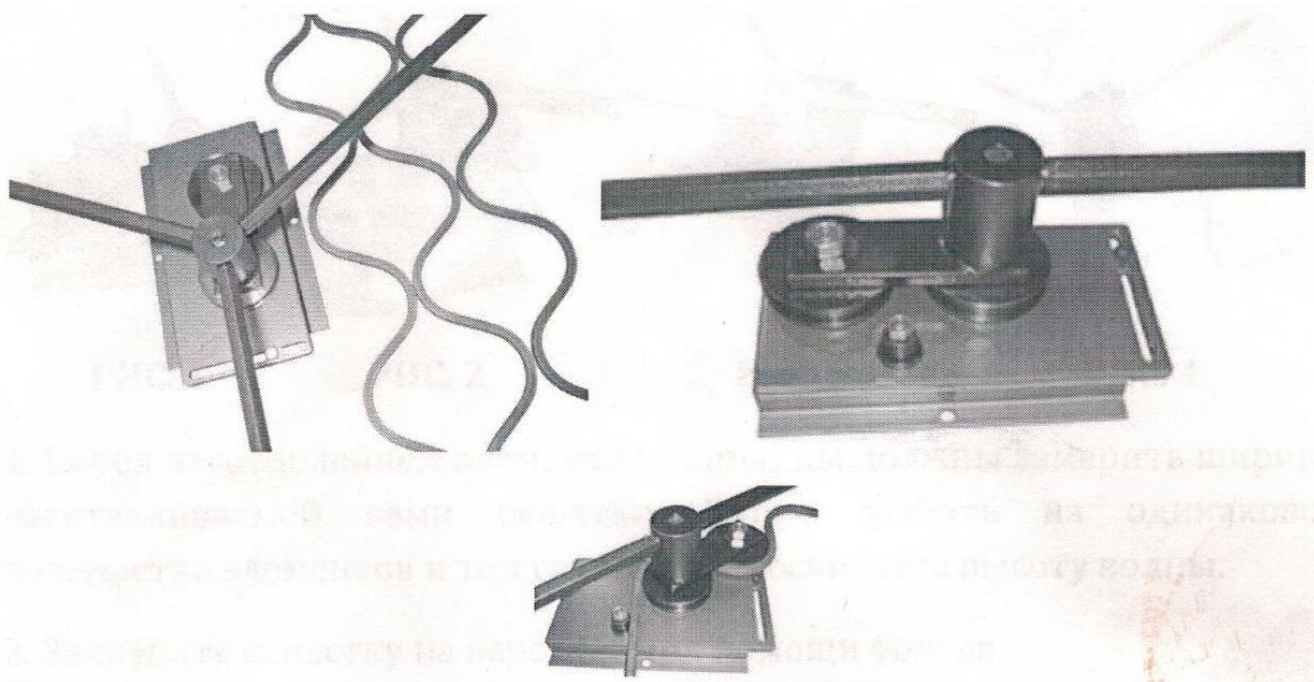


Рисунок 4.3 Общий вид инструмента для сгибания синусоиды (волны) «волна»

Таблица 4.1 Технические характеристики

Квадрат, мм	до 12x12
Полоса, мм	до 20x5
Пруток, мм	до 14
Размер, мм	400x240x170
Вес, кг	15

4.1 Назначение. Приспособление предназначено для сгибания синусоиды из квадрата, прутка или полосы с последующим изготовлением периодических решеток, т.е. «боярская», «кремлевка», «монастырская» и т.п.

4.2 Инструкция по применению.

1. Перед изготовлением элемента (волны) вы должны измерить ширину изготавливаемой вами решетки. Затем разбить на одинаковое количество элементов и тем самым вы просчитаете высоту волны.

2. Закрепите оснастку на верстаке при помощи болтов.

3. Перед тем как делать большое количество элементов (волн) нужно опытным путем, т.е. изготовив несколько изгибов, определить, где нужно установить упор, тем самым определите нужную высоту волны.

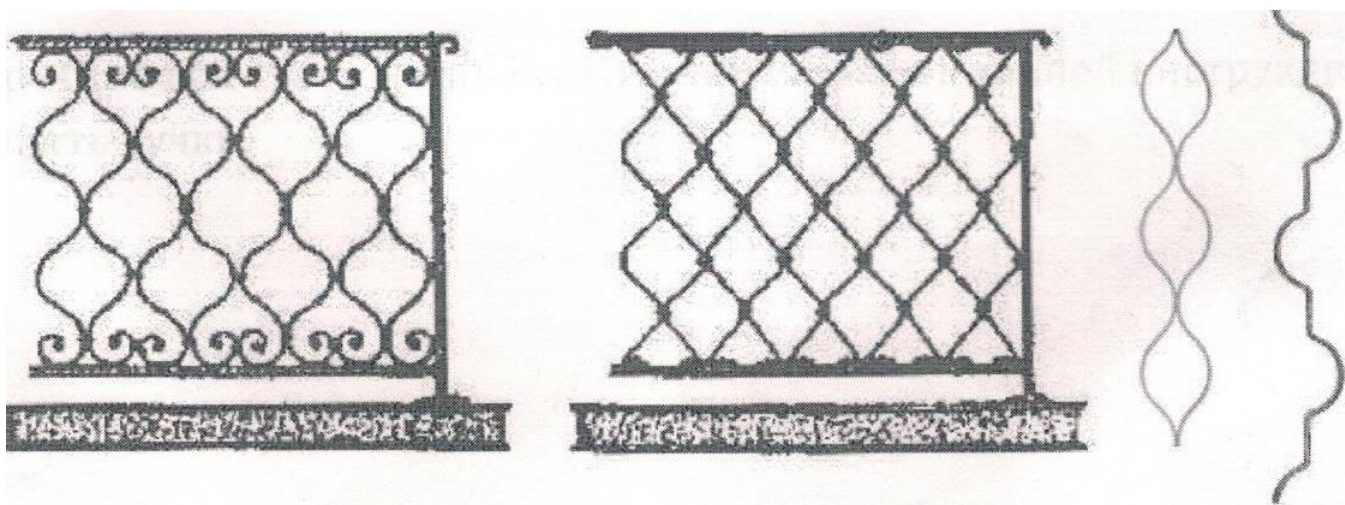
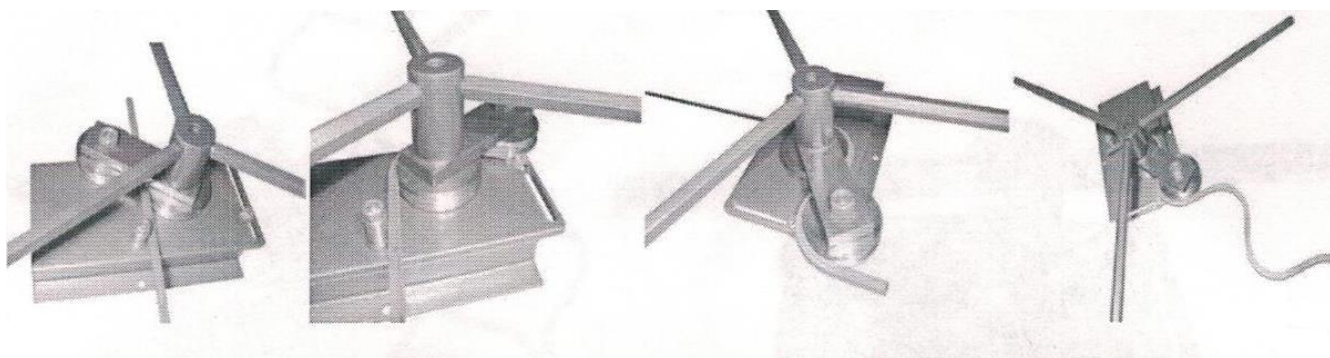


Рисунок 4.2 Образцы узоров

4. Вставьте заготовку как показано на рисунке 4.3 (а) и вращайте по часовой стрелке вокруг блина, пока не упретесь заранее зафиксированный упор.



а

б

в

г

Рисунок 4.3 Применение инструмента

5. Затем отводим пластину с блином на исходную позицию до вращающегося упора, а прокатанный фрагмент переворачиваем на другую сторону, вставив его в блин, который находится на подвижной пластине, и опять прокатываем до упора, как показано на рисунке 4.3 (в). Таким образом, можно сделать волну нужной вам длины.

6. Рекомендуется периодически сметывать окалины с оснастки.

5. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ГИБКИ ЗАВИТКОВ «УЛИТКА»

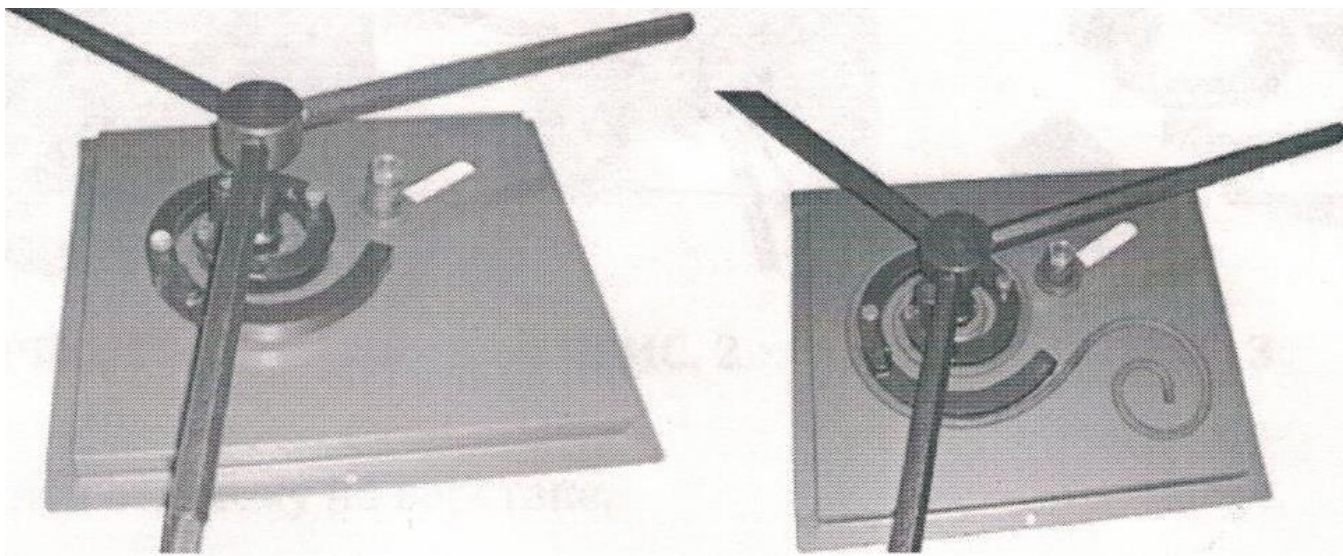


Рисунок 5.1 Общий вид инструмента для гибки завитков «улитка»

Таблица 5.1 Технические характеристики

Квадрат, мм	до 12x12
Полоса, мм	до 20x5
Пруток, мм	до 14
Размер, мм	500x400x200
Вес, кг	20

5.1 Назначение. Приспособление предназначено для гибки завитков с последующим применением их в изготовлении ажурных изделий.

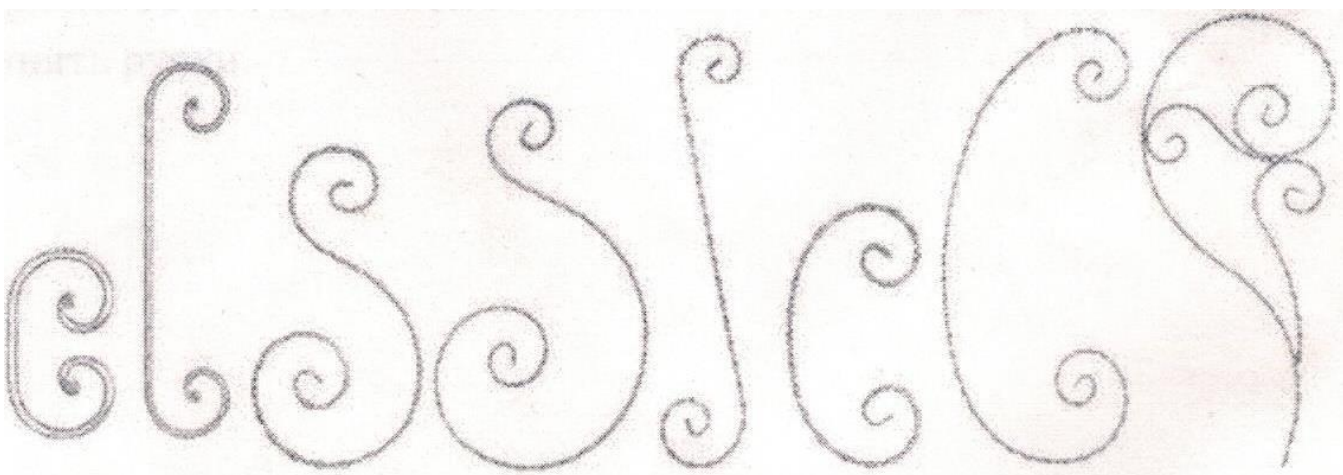


Рисунок 5.2 Образцы узоров

5.2 Инструкция по применению

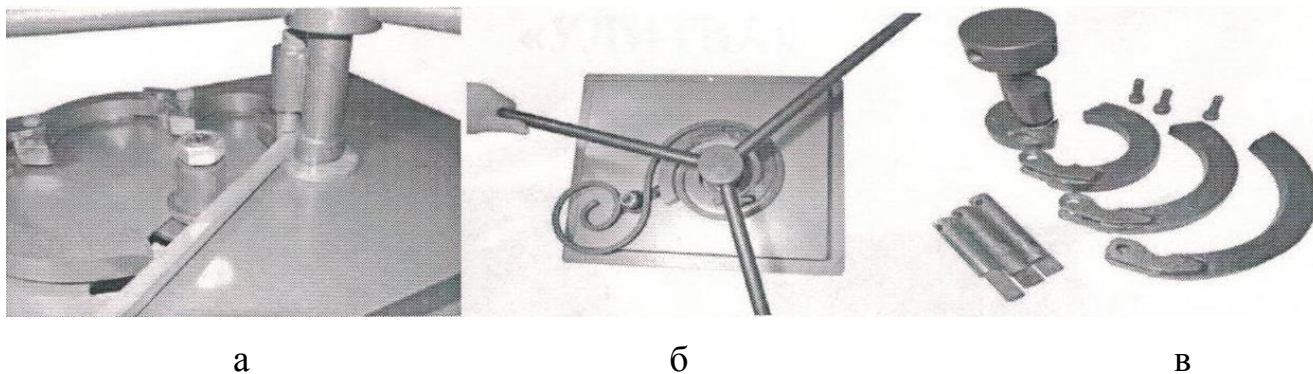


Рисунок 5.3 Применение инструмента

1. Закрепите оснастку на верстаке.
2. Вставьте заготовку в центральную часть, зажав ее специальным пальцем, как показано на рисунке 5.3 (а) (оснастка комплектуется тремя зажимными пальцами – для 10 квадрата, 12 квадрата и полосы). Затем, с помощью ручек, начинайте вращать по часовой стрелке, пока заготовка не закрутится в спираль, как показано на рисунке 5.3 (б). Извлечь завиток можно приподняв вращающуюся часть с оси.
3. Завитки могут быть разных размеров благодаря взаимозаменяемости дуг как показано на рисунке 5.3 (в).
4. Рекомендуется сметывать окалины с оснастки после каждого загиба.

6. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СГИБАНИЯ ПО ДУГЕ «ОБЪЕМНИК»

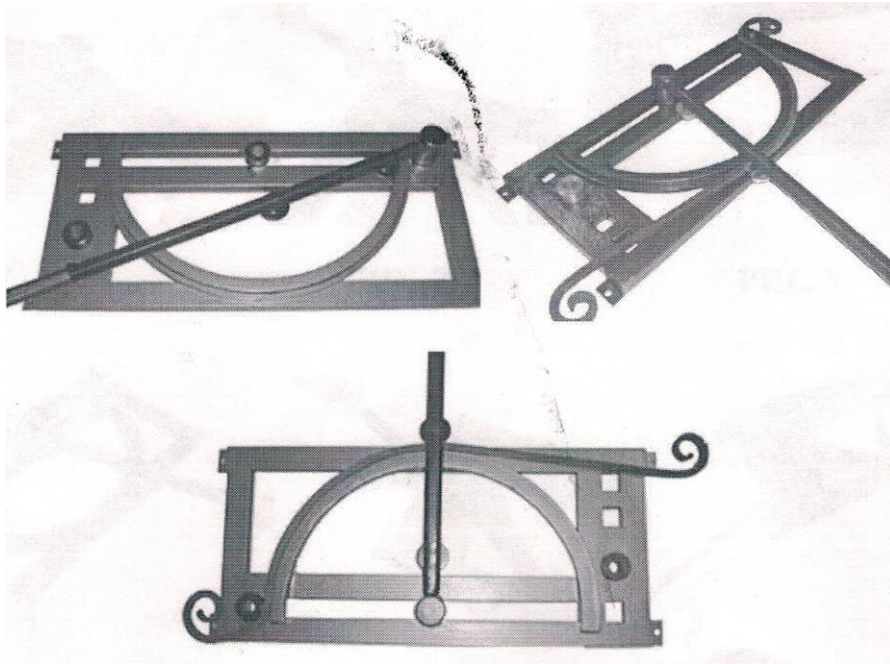


Рисунок 6.1 Общий вид инструмента для сгибания по дуге «объемник»

Таблица 6.1 Технические характеристики

Квадрат, мм	до 12x12
Пруток, мм	до 14
Размер, мм	730x320x90
Вес, кг	10

6.1 Назначение. Приспособление предназначено для сгибания квадрата или прутка по дуге диаметром 500 мм для последующего изготовления объемных решеток, балконов, перил и т.п.

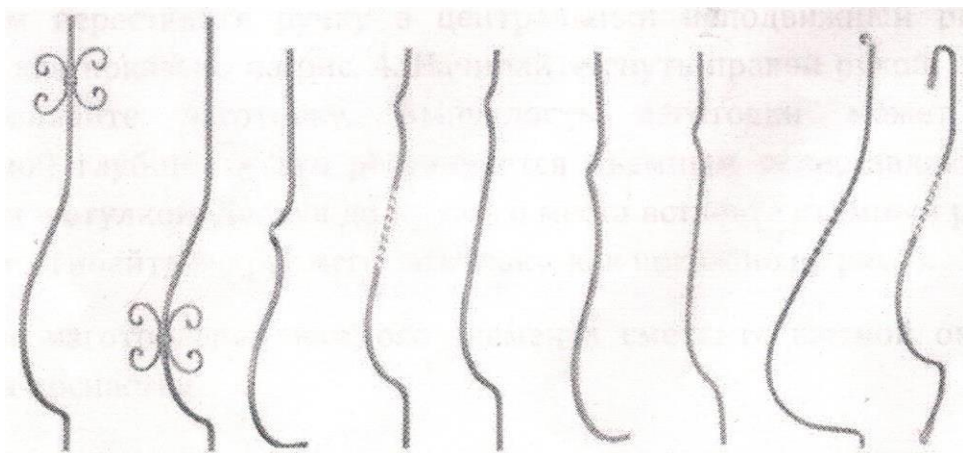


Рисунок 6.2 Образцы узоров

6.2 Инструкция по применению

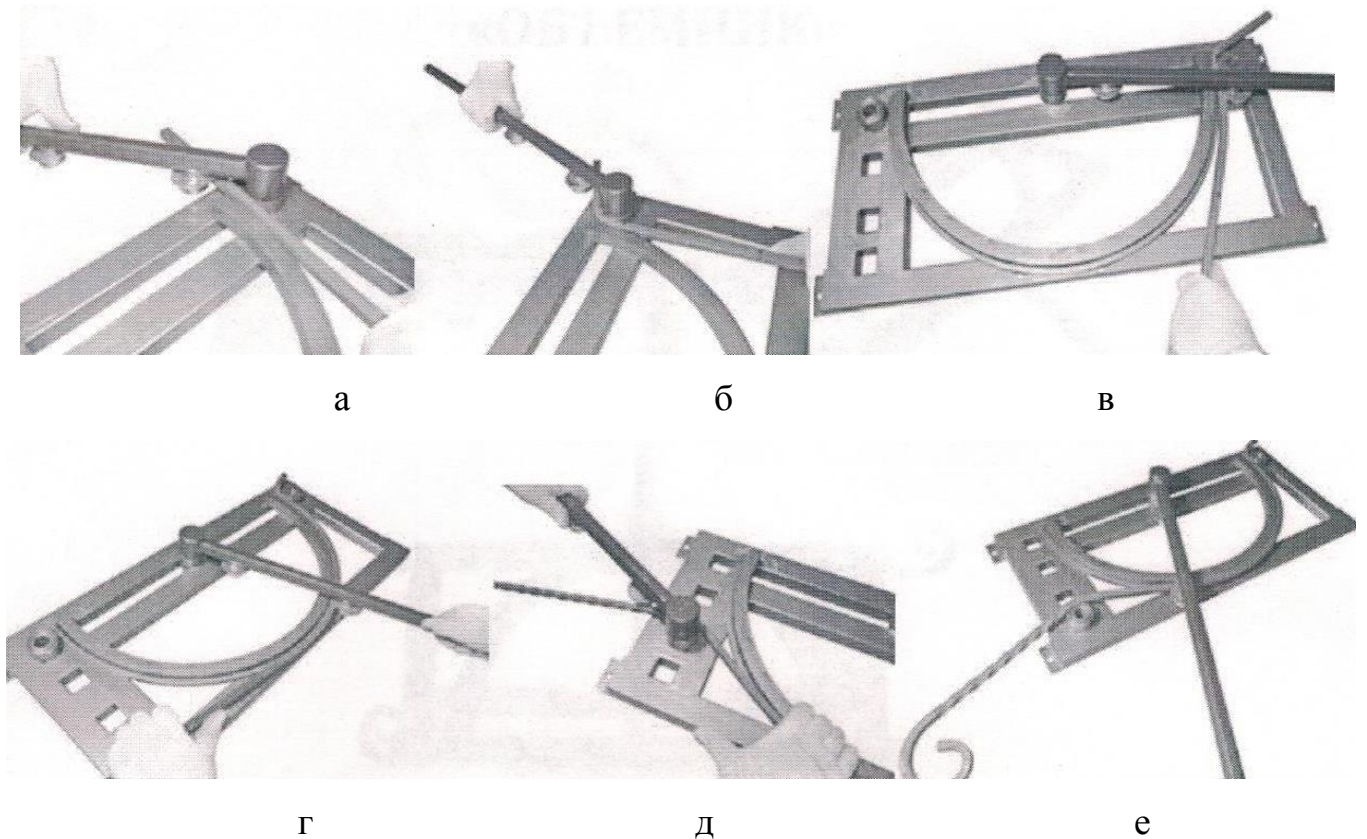


Рисунок 6.3 Применение инструмента

1. Закрепите оснастку на верстаке при помощи болтов.
2. Нижняя часть объемных решеток может начинаться по-разному: может начинаться сразу с дуги, может загибаться, так называемый, «хвост» разной длины, а может быть и завиток, как показано на рисунке 6.3 (а). Это зависит от фантазии мастера и от капризов клиента.
3. Вставьте заготовку между дугой и несъемным роликом-втулкой и загните «хвост» как показано на рисунке 6.3 (б, в).
4. Затем переставьте ручку в центральный неподвижный ролик-втулку, как показано на рисунке 6.3 (г). Начинайте гнуть правой рукой, а левой придерживайте заготовку. Выпуклость заготовки может быть различной глубины – это регулируется съемным представляющим роликом-втулкой. Догнув до нужного места вставьте съемник ролик-втулку и огибайте вокруг него заготовку, как показано на рисунке 6.3 (е).

7. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОГО СКРУЧИВАНИЯ «ТВИСТЕР»

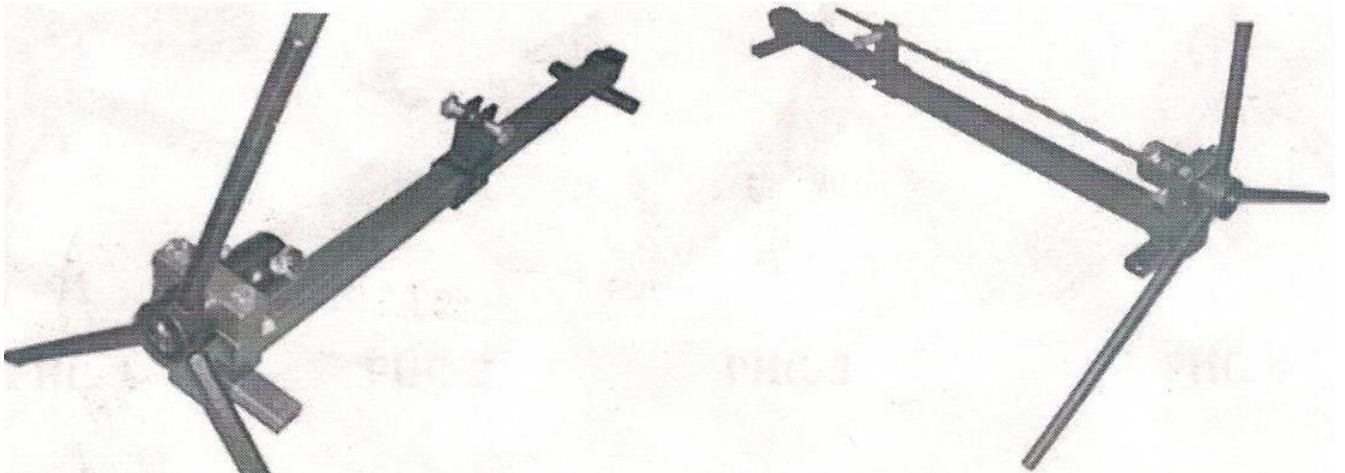


Рисунок 7.1 Общий вид инструмента для продольного скручивания «твистер»

Таблица 7.1 Технические характеристики

Квадрат, мм	до 14x14
Полоса, мм	до 30x5
Пруток, мм	до 14
Размер, мм	1300x200x200
Вес, кг	15

7.1 Назначение. Приспособление предназначено для скручивания квадрата или полосы вокруг продольной оси (торсион).

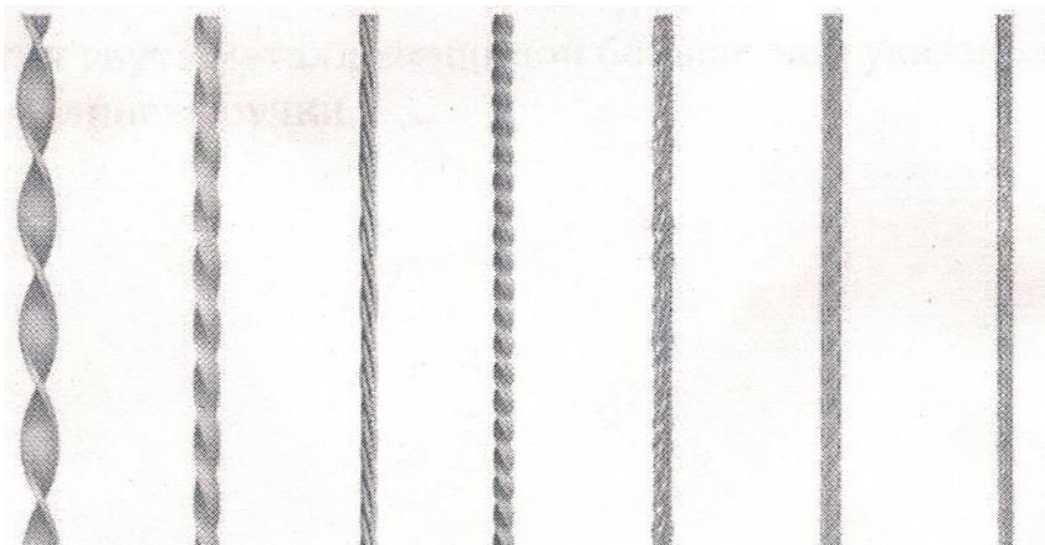


Рисунок 7.2 Образцы узоров

7.2 Инструкция по применению

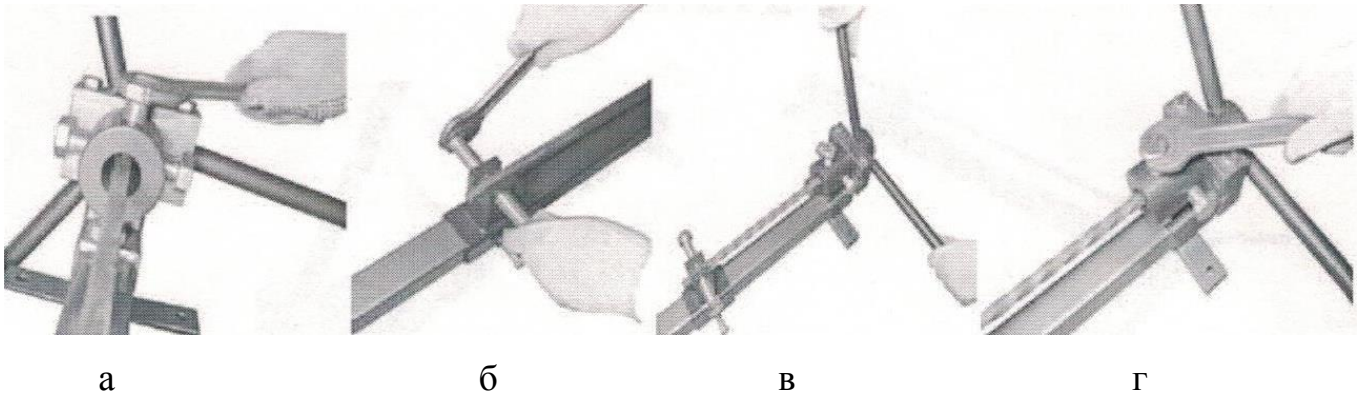


Рисунок 7.3 Применение инструмента

1. Закрепите оснастку на верстаке при помощи болтов.
2. Проденьте заготовку во вращающуюся часть оснастки и зафиксируйте ее ровно по центру, как указано на рисунке 7.3 (а). Затем зафиксируйте вторую сторону заготовки в ответной части оснастки рисунок 7.3 (б).
3. С помощью ручек начинайте вращать в любую сторону, в какую вам удобно. Главное чтобы все последующие заготовки вращались в одинаковом направлении и с одинаковым количеством оборотов.
4. Извлекайте заготовку как показано на рисунке 7.3 (г). Старайтесь пользоваться при зажиме и извлечении заготовки одним болтом на вращающейся части и одним на ответной части оснастки.

8. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ «КОРЗИНОК»

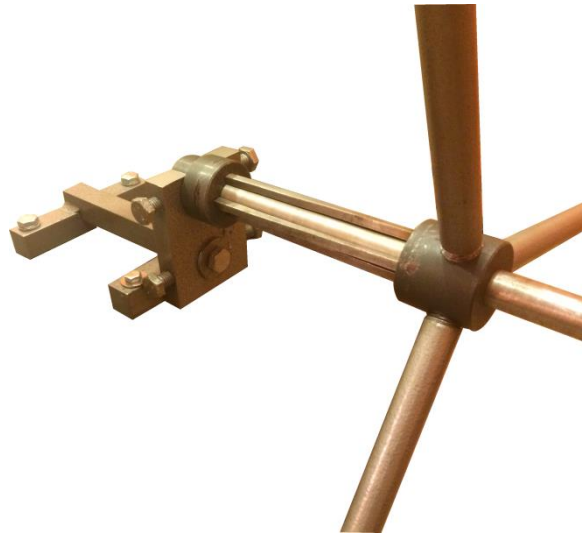


Рисунок 8.1 Общий вид инструмента «корзинка»

Таблица 7.1 Технические характеристики

Квадрат, мм	до 6х6
Пруток, мм	до Ø 6
Вес, кг	5

8.1 Назначение. Позволяет изготавливать популярный кузнечный элемент "КОРЗИНКА". Изготовление "корзинок" производится из 4-ех заготовок посредством скручивания их вокруг вала и последующей сборкой, сваркой в "корзинку". Продольное скручивание производится на участке до 500 мм, с односторонним выпуском.

8.2 Инструкция по применению.

1. Закрепите инструмент на рабочем месте при помощи 4-х винтов. Правильное положение инструмента - рукоятки находятся сбоку рабочего стола.

2. До начала обработки подготовьте заготовки из круглого или квадратного металла марки Ст3.

- Длина заготовок должна быть не менее:
- Для 6х6 мм - 170 мм

3. Вставьте заготовки в оправки по четырём сторонам от вала в соответствующие пазы. Сдвиньте подвижный держатель до упора в заготовки.

4. Проведите скручивание в любую сторону так, чтобы каждая заготовка сделала один оборот вокруг вала. Во время скручивания заготовки укорачиваются. Позвольте оправке на подвижной части свободно двигаться за укорачивающимися заготовками.

5. Выньте вал, извлеките заготовки, С помощью канцелярской резинки соедините заготовки. Поворачивайте заготовки вокруг оси для получения изделия "Корзинка" и сварите окончания.

9. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ РУЧНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТРУБОГИБ



Рисунок 9.1 Общий вид трубогиба


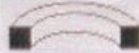






1 – силовое колесо; 2 – вальцы; 3 – болты крепления дополнительной
оснастки; 4 – ручка домкрата; 5 – спускник домкрата;
6 – отверстие для крепления станка.

Таблица 9.1 Технические характеристики

Наибольшее усилие гидроцилиндра, Тс	6
Наибольший ход прижимного вала, мм	150
Габаритные размеры, мм	1000x500x280
Масса базовой комплектации, кг	36

9.1 Назначение. Трубогиб предназначен для холодной радиусной и шаблонной гибки профильных и водо-газопроводных труб, а также проката круглого и квадратного сечения.

Таблица 9.2 Комплектация

Вид профиля	Макс. Сечение профиля, мм	Минимальный диаметр, мм	оснастка
оснастка в комплекте			
	60 x 10	150	базовая
	20x20	150	базовая
	15x15 20x20 40x20 40x25 60x30	300	базовая
дополнительная оснастка			
	15x15 25x25 30x30 50x25 50x30	300	доп.набор
	40x40	300	доп.набор
	Ø 32 x 3.5	150	наборы круглых труб
	Ø 20	300	
	40x4	500	набор для полосы

9.2 Инструкция по применению.

1. Перед применением трубогиб необходимо закрепить.
2. Устанавливайте на силовую раму станка вальцы соответствующие размерам обрабатываемой трубы. С помощью домкрата 4 прижмите ее между ведущим вальцом и прижимными вальцами.
3. Постепенно работая домкратом прокатывайте трубу силовым колесом 1 до необходимого радиусагиба. С помощью гидроклапана 6 освобождаете и извлекаете трубу из станка. Под воздействием пружин рама становится в исходное положение. На силовой раме выполнены ряд отверстий для получения малых радиусовгибки. При увеличении размеров изгибаемых труб прижимные вальцы необходимо устанавливать дальше друг от друга для облегчения работы силового колеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оськин В.А., Евсиков В.В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 1. – М.: КолосС, 2008. – 447 с.
2. Ульянов В.А. Нагрев и нагревательные устройства (1-е изд.) учеб. пособие.- М.: Академия, 2010. – 256 с.
3. Кузнечно-штамповочное производство: Учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: СФУ, 2014. - 464 с.:
4. Технологияковки и горячей объемной штамповки: Учебное пособие / И.Л. Константинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. - 551 с

Технический редактор: *А.Е. Дереева*

Подписано в печать 22.03.2019 г. Усл. печ. л. 23. Заказ 154. Тираж 30 экз.
Формат бумаги 60×80¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать трафаретная. Гарнитурa «Таймс»

РИО ФГБОУ ВО БГАУ, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34