

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Индустриально-педагогический колледж
Отделение технологии производства и промышленного оборудования

В.К. БОГДАНОВ

РЕЗКА МЕТАЛЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО КУРСУ «СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2007

УДК 683.3(07)

ББК 34.638я7

Б 73

Рецензент

канд. техн. наук, доцент В.Н. Михайлов

В.К. Богданов

Б 73 Резка металла методические указания к лабораторной работе по курсу «Слесарное дело» /В.К. Богданов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 18 с.

Основное содержание – научиться пользоваться инструментами и приспособлениями для резки металла – ножовками, труборезами и рычажными ножницами, а также механизированными устройствами.

ББК 34.638 я7
©В.К. Богданов, 2007
©ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

Введение.....	6
1 Учебная цель	7
2 Объекты работ	7
3 Оборудование и приспособления	7
4 Инструменты и материалы	7
5 Упражнение 1. Резка металла ручной ножовкой.....	7
6 Упражнение 2. Резка труб труборезом.....	12
7 Упражнение 3. Резка металла ручными ножницами.....	14
8 Упражнение 4. Резка металла ручными рычажными ножницами.....	16
9 Упражнение 5. Применение механизированного инструмента и оборудования при резке металла.....	17
10 Правила безопасной работы при резке металла.....	19
11 Типичные затруднения и ошибки студентов и их предупреждение.....	19
12 В результате выполнения упражнений студент должен:.....	19
Список использованных источников.....	20

Введение

Резка – операция разделения на части круглого, полосового, профильного проката, а также труб ручным и механическим способом. Ручную резку заготовок в зависимости от профиля и площади сечения производят различными инструментами: ножовками, ножницами (ручными, стуловыми, рычажными), труборезами и газопламенными горелками.

Ручная ножовка – наиболее распространенный инструмент для резки толстых листов полосового и профильного металла, а также для прорезания пазов, шлицев, обрезки и вырезки заготовок по контуру и т. п. Она состоит из рамки (ножовочного станка), подвижной головки, винта с гайкой для натяжения ножовочного полотна и неподвижной головки с хвостовиком и рукояткой. Рамки ножовки бывают цельными и раздвижными.

Ножовочное полотно представляет собой тонкую и узкую пластину с зубьями на одном ребре. Каждый зуб ножовочного полотна имеет форму клина.

Для уменьшения трения ножовочного полотна о стенки разрезаемого металла его зубья разводят в разные стороны, увеличивая таким образом толщину полотна до ширины пропила. Зубья с большим шагом отгибают по одному поочередно вправо и влево, зубья с малым шагом – по два-три вправо и по два-три влево; при этом должна образоваться волнистая линия.

Ножовочные полотна изготавливаются из стали марок: У10А, Р9, Х6ВФ, твердость их HRC 61–64.

Процесс резки ножницами заключается в отделении частей металла под давлением пары режущих ножей. Разрезаемый лист помещают между верхним и нижним ножами.

Верхний нож, опускаясь, давит на металл и разрезает его.

Ножи изготавливают из стали У7, У8; боковые поверхности лезвий закалены до HRC 52–58, отшлифованы и остро заточены.

Резка труборезом значительно производительнее, чем ножовками.

Труборезы изготавливают трех размеров: №1 – для разрезания труб диаметром $\frac{1}{4}$ – $\frac{3}{4}$ ”; №2 – 1 – 2 $\frac{1}{2}$ ”; №3 – 3 – 4”.

1 Учебная цель

научиться пользоваться инструментами и приспособлениями для резки металла – ножовками, труборезом, ручными и рычажными ножницами.

2 Объекты работ

заготовки из конструкционной стали различного сечения (круг диаметром 10 мм; квадрат со сторонами от 15 до 25 мм; полоса шириной до 40 мм; труба диаметром до 20 мм; уголки со сторонами до 30 мм); заготовки из листовой низкоуглеродистой стали толщиной 0,5 – 1,0 мм; заготовки из листовой стали (цветного металла) толщиной до 1,5 мм.

3 Оборудование и приспособления

ножницы ручные и рычажные; ножовки; машинные тиски; слесарные верстаки; трубные прижимы; труборезы; плоские деревянные бруски; деревянные колодки.

4 Инструменты и материалы

трехгранные напильники; ручные ножницы (правые, левые, с криволинейными лезвиями); разметочные циркуля; линейки; чертилки; ножовочные полотна; ножовки; мел; машинное масло.

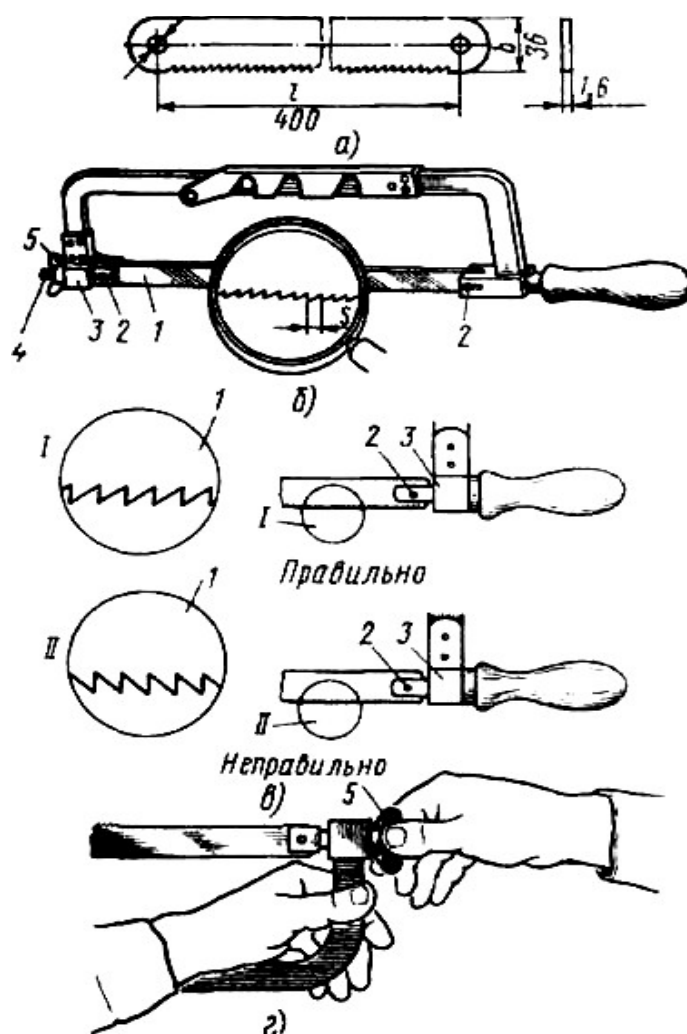
5 Упражнение 1. Резка металла ручной ножовкой

5.1 Подготовка ножовочного полотна к работе

5.1.1. Выбрать ножовочное полотно (рис. 1, *a*). Для резки металлов пользуются преимущественно ножовочными полотнами, изготовленные из стали марок: У10А, Р9, Х6ВФ, твердость их HRC 61 – 64, с шагом $s = 1,3 \dots 1,6$ мм, при котором на длине 25 мм насчитывается 17 – 20 зубьев. Чем толще разрезаемая заготовка, тем крупнее должны быть зубья ножовочного полотна, и наоборот. Для металлов различной твердости применяют полотна с числом зубьев на 25 мм длины полотна: мягкие металлы – 16; средней твердости закаленная сталь – 19; чугун, инструментальная сталь, твердая полосовая и угловая сталь – 22.

Для слесарных работ пользуются преимущественно ножовочным полотном с шагом $s = 1,5$ мм, при котором на длине 25 мм насчитывается 17 зубьев.

При большой длине пропила следует брать ножовочные полотна с крупным шагом, а при малой – с мелким.



а – ножовочное полотно, *б* – ножовка, *в* – установка полотна в ножовку,
г – натяжение ножовочного полотна; 1 – ножовочное полотно, 2 – штифты,
 3 – головка станка, 4 – натяжной винт, 5 – барашек
 Рисунок 1 – Подготовка ножовочного полотна.

Ножовочные полотна выпускаются с углом заострения $43 - 60^\circ$. Для разрезания твердого металла применяют полотна, у которых угол заострения больше. Полотна с большим углом заострения более износостойчивы.

5.1.2 Установить ножовочное полотно в прорези ножовки (рис. 1, *б*):

а) вставить ножовочное полотно 1 в прорези головки станка так, чтобы зубья были направлены от ручки (рис. 1, *в*, 1);

б) установить отверстия в ножовочном полотне точно против отверстий в головках ножовочного станка; при этом натяжной винт 4 должен выходить из головки 3 на 10 – 12 мм для возможности натяжения полотна;

в) вставить штифты 2 в прорези головки 3 (диаметр штифтов должен соответствовать диаметру отверстий).

5.1.3 Выполнить натяжение ножовочного полотна:

а) натяжение производить вручную без больших усилий (запрещается применение плоскогубцев, ручных тисочков) легким вращением барашка 5 (рис. 1, з);

б) проверить степень натяжения легким нажатием пальца на полотно сбоку: если оно не прогибается, то натяжение достаточное.

Примечания

1. Ни в коем случае не допускать очень сильного или очень слабого натяжения полотна, так как это приведет к его поломке. Собранную ножовку обязательно нужно проверить.

2. При натяжении полотна из-за опасности его разрыва надо держать ножовку на некотором расстоянии от лица.

5.2 Отработка рабочей позы при резке ножовкой

5.2.1. Отработать положение корпуса:

а) установить высоту тисков по росту: правая рука с ножовкой, установленная на губки тисков (в исходное положение) и согнутая в локте, должна образовать прямой угол между плечом и локтевой частью руки (рис.2, а);

б) встать перед тисками свободно и устойчиво, влоборота по отношению к губкам тисков или к оси разрезаемой заготовки;

в) развернуть корпус влево от тисков под углом 45° ;

г) выставить левую ногу несколько вперед (примерно по линии разрезаемого предмета) и на нее перенести тяжесть корпуса;

д) повернуть правую ногу по отношению к левой на угол $60 - 70^\circ$, при этом расстояние между пятками должно быть $200 - 300$ мм (рис. 2, б).

5.2.2 Отработать положение рук (хватку):

а) обхватить ручку ножовки пальцами правой руки (большой палец накладывает сверху, остальными поддерживают ручку снизу); конец ручки должен упираться в ладонь (рис. 2, в) Не следует вытягивать указательный палец вдоль ручки и глубоко захватывать ее, так как конец ручки не будет обхватываться кистью, что может привести при работе к травме руки;

б) держать левой рукой рамку ножовки, как показано на рис. 2, г: четырьмя пальцами обхватить барашек и натяжной болт, а не только рамку (в противном случае будет тяжело устранить покачивание ножовки во время работы).

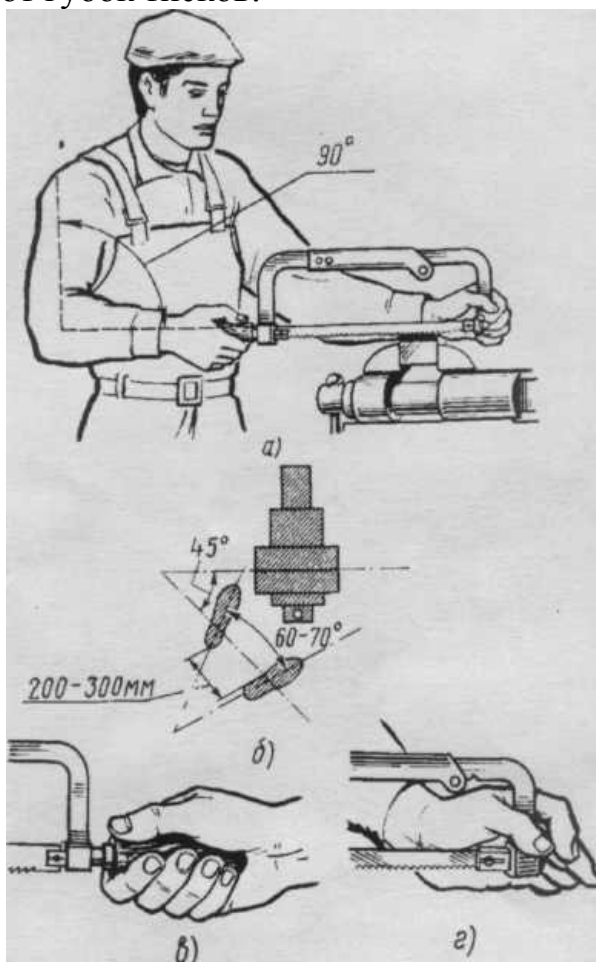
5.3 Резка металла без поворота ножовочного полотна

5.3.1 Резка круглого металла

Нанести мелом разметочную линию на место разреза.

Сделать трехгранным напильником по разметочной линии в месте разреза небольшой ($1,5 - 2$ мм) пропилен, чтобы ножовочное полотно не скользило, а врезалось в заготовку.

Закрепить заготовку в тисках в горизонтальном положении так, чтобы отрезаемая часть находилась справа или слева от тисков; линия разреза должна находиться в 15 – 20 мм от губок тисков.



a – выбор высоты тисков по росту работающего,
б – положение работающего и его ног, *в* – положение правой руки,
г – положение левой руки

Рисунок 2 – Рабочая поза при резке металла ручной ножовкой.

Для правильного начала резки на неразмеченной заготовке у места разреза ставят ноготь большого пальца левой руки и полотно ножовки прижимают к ногтю (рис. 3, *a*); ножовку держат только правой рукой, вытягивая указательный палец вдоль ножовки сбоку – это обеспечивает устойчивое положение ножовки во время начала резания.

При резании соблюдать следующие правила: в работе должно участвовать не менее 3/4 ножовочного полотна; делать 40 – 50 рабочих движений в минуту; нажим на ножовку делать только при движении вперед; заканчивая разрезание, поддерживать отрезанную часть рукой.

5.3.2 Резка полосового металла и прутков квадратного сечения

Закрепить заготовку в тисках так, чтобы она выступала над тисками на 15 – 20 мм и линия разреза была перпендикулярна губкам тисков.

Сделать трехгранным напильником в месте разреза неглубокий пропилен для лучшего направления ножовки.

Наклонить в начале резки ножовку немного в сторону от себя (или на себя); по мере врезания наклон постепенно уменьшить до тех пор, пока разрез не дойдет до противоположной кромки заготовки, затем осуществлять резку при горизонтальном положении ножовки (рис. 3, б).

Резать металл не по ширине, а по узкой стороне; это, однако, можно допустить только в том случае, когда ширина стороны больше, чем 2,5 шага зубьев полотна.

Примечание

Резка полосового металла толщиной, превышающего размер трех зубьев ножовочного полотна.

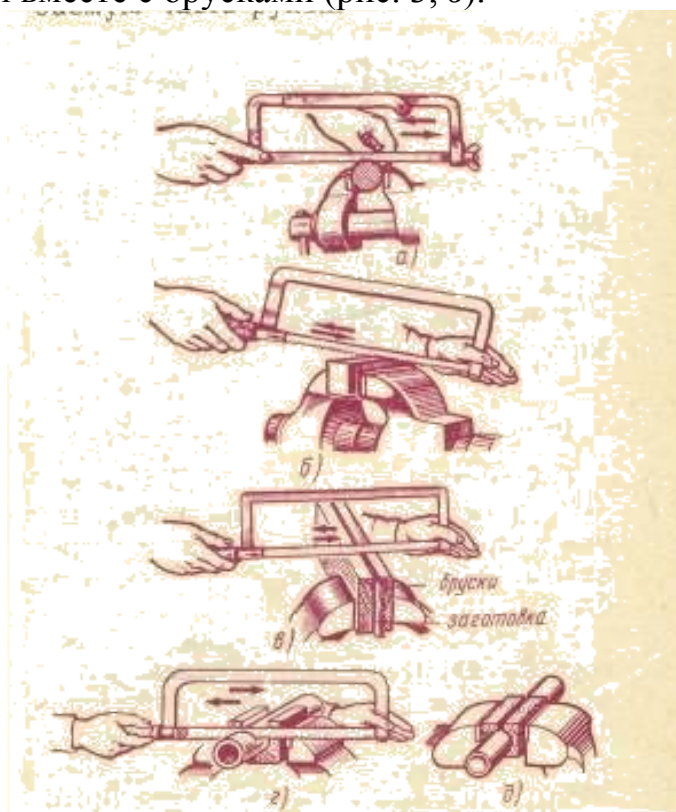
5.3.3 Резка тонкого листового металла

Подготовить плоские деревянные бруски.

Зажать между ними одну или несколько заготовок.

Зажать бруски вместе с заготовками в слесарных тисках.

Резать заготовки вместе с брусками (рис. 3, в).



а – круглого металла, б – прутков квадратного сечения,
в – тонкого листового металла, г – труб, закрепленных в тисках,
д – труб, закрепленных в специальных зажимах
Рисунок 3 – Резка без поворота ножовочного полотна.

5.3.4 Резка труб

Отметить линию разреза мелом.

Зажать трубу в тисках в деревянной колодке (рис. 3, з) или в специальных зажимах (рис. 3, д) так, чтобы не смять трубу.

Держать в начале резки ножовку горизонтально; после того как зубья полотна войдут в металл, ножовку следует наклонить на себя и, время от времени поворачивать ее на угол $45 - 90^\circ$ от себя, продолжать резку; число двойных ходов должно составлять 36 – 45 в минуту.

Примечание

Резку осуществлять ножовочным полотном с мелкими зубьями.

5.4 Резка металла с поворотом ножовочного полотна

Ножовкой с полотном, повернутым на 90° , производят резку в том случае, когда глубина прореза превышает расстояние от полотна до рамки ножовочного станка, т. е. при глубоких прорезах.

5.4.1. Собрать ножовочный станок с поворотом полотна на 90° :

- а) отпустить барашек и вынуть полотно из станка;
- б) вставить полотно в прорези хвостовика так, чтобы рамка ножовочного полотна располагалась горизонтально;
- в) вставить штифты и натянуть полотно с помощью барашка.

5.4.2. Резать металл:

- а) располагать место разреза сбоку (рис. 4, а) или сверху (рис. 4, б) губок тисков в зависимости от конфигурации заготовок;
- б) соблюдать все правила резания, указанные ранее.

6 Упражнение 2. Резка труб труборезом

6.1 Отметить мелом место резания по всему периметру трубы 1 (рис. 5).

6.2 Установить трубу так, чтобы нанесенная мелом линия находилась на расстоянии 60 – 80 мм от места крепления.

6.3 Зажать трубу в прижиме 7 между угловой выемкой основания и сухарем с уступом, вращая рукоятку 2 с винтом 3.

6.4 Надеть на конец зажатой в прижиме трубы труборез 6.

6.5 Подвести подвижной ролик 4 до соприкосновения со стенками трубы, вращая рукоятку 5 трубореза вокруг своей оси по часовой стрелке.

6.6 Сделать один оборот трубореза вокруг трубы и проверить линию разреза (если она одинарная и замкнутая, ролики установлены правильно).

6.7 Делать рукояткой 5 движения на пол-оборота в ту и другую сторону; после каждого движения винт трубореза 6 поворачивать на 1/4 оборота до полного отрезания трубы.

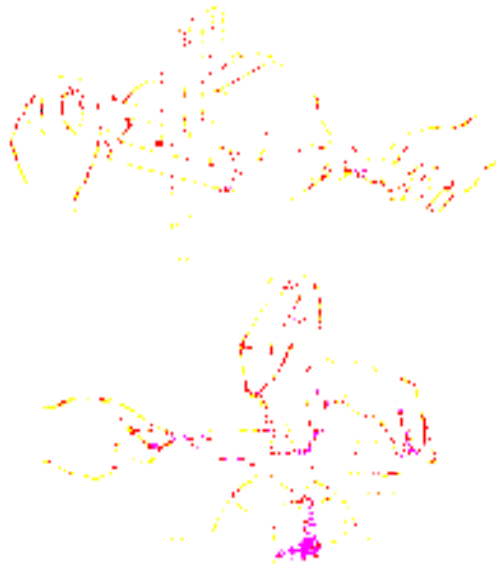
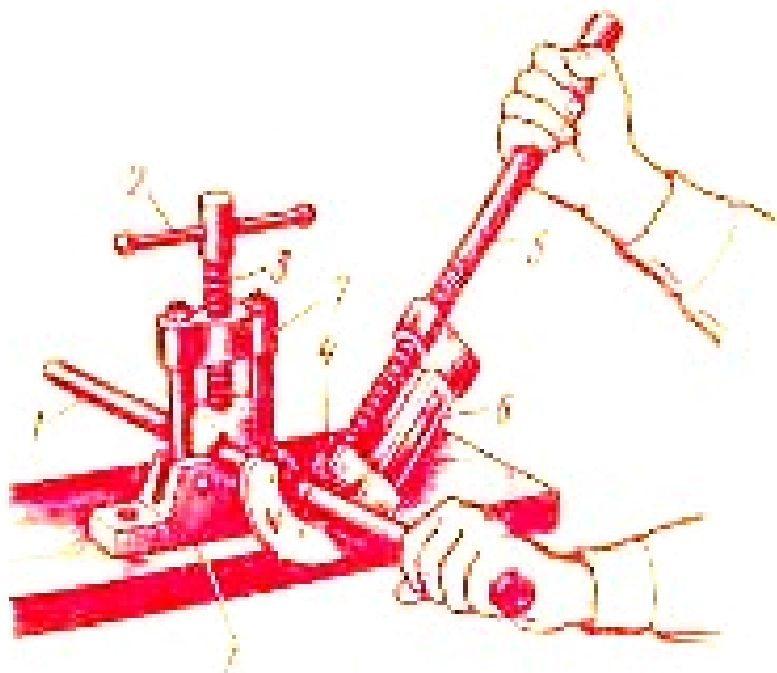


Рисунок 4 – Резка металла с поворотом ножовочного полотна и расположением места разреза сбоку (а) или сверху (б) губок тисков

6.8 Смазывать место разреза маслом для охлаждения режущих кромок роликов; следить за перпендикулярностью рукоятки трубореза и трубы; в конце резки следить за тем, чтобы отрезанная часть трубы не упала на ноги.



1 – труба, 2 – рукоятка прижима, 3 – винт, 4 – ролик, 5 – рукоятка
 трубореза, 6 – труборез, 7 – прижим
 Рисунок 5 – Резка труб труборезом.

7 Упражнение 3. Резка металла ручными ножницами

7.1 Выбор ножниц

7.1.1 Выбрать конструкцию ножниц в зависимости от их назначения:

а) п р я м ы е ножницы с прямыми режущими лезвиями (рис. 6, а, б) служат для разрезания металла по прямым линиям и по окружностям большого радиуса и могут быть правыми и левыми; правые ножницы (рис. 6, а) имеют скос на режущей части каждой половинки с правой стороны, ими режут по левой кромке заготовки в направлении часовой стрелки; левые ножницы (рис. 6, б) имеют скос на режущей части каждой половинки с левой стороны, ими режут по правой кромке заготовки против часовой стрелки;

б) к р и в ы е ножницы с криволинейными режущими лезвиями (рис. 6, в) применяют для вырезания в листовом материале отверстий и криволинейных участков.

7.1.2 Выбрать длину ножниц (рис. 6, а):

L ₁	200	250	320	360	400
L ₂	55 – 65	70 – 82	90 – 103	100 – 120	110 – 130

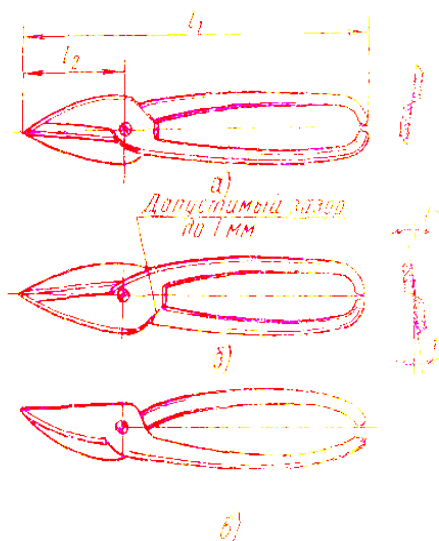


Рисунок 6 – Ручные ножницы прямые правые (а), прямые левые (б), кривые (в)

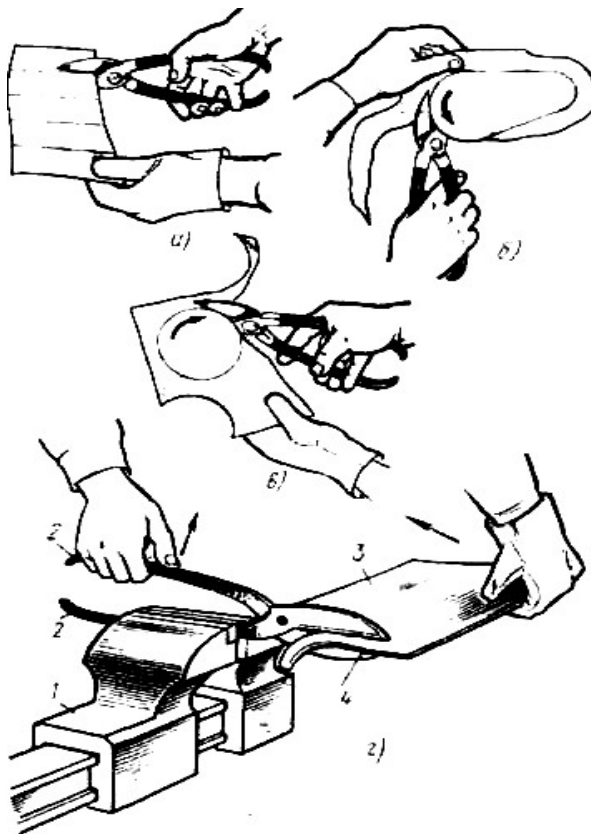
7.1.3 Проверить пригодность ножниц для работы: кромки ножниц в шарнирном соединении должны плотно прилегать друг к другу и иметь легкий ход (при тугом ходе возникает большое трение, вызывающее излишнее усилие

и быстрый износ режущих кромок; при большом зазоре между режущими кромками материал будет мяться и заклиниваться).

7.2 Отработка приемов работы ножницами

7.2.1 Держать ножницы в правой руке, охватывая ручки четырьмя пальцами и прижимая их к ладони: мизинец помещают между ручками ножниц (рис. 7, *а*), сжатые указательный, безымянный и средний пальцы разжимают, выпрямляют мизинец и его усилием отводят нижнюю ручку ножниц на необходимый угол.

7.2.2 Поместить лист между режущими кромками ножниц, удерживая его левой рукой (рис. 7, *а*); направлять верхнее лезвие точно посередине разметочной линии, которая должна быть видна; затем, сжав ручку всеми пальцами правой руки (кроме мизинца), производить резание.



а – прямыми, *б* – правыми, *в* – левыми, *г* – зажатými в тиски;
1 – тиски, *2* – ручки ножниц, *3* – разрезаемый лист, *4* – лезвия ножниц
Рисунок 7 – Положение пальцев на ручке при резании ножницами.

7.3 Резка ножницами по внешним рискам

7.3.1 Разметить заготовку.

7.3.2 Выбрать ножницы (правые или левые) с учетом того, чтобы при резании они не закрывали линии разреза (разметочная риска должна быть видна).

7.3.3 Взять ножницы в правую руку, а левой поддерживать лист и направлять его по линии разреза; при передвижении листа плотно прижимать ножницы к концу прорезаемого листа во избежание образования заусенцев.

На рисунке 7, б, показано направление перемещения листа при резке правыми ножницами, а на рисунке 7, в – левыми.

7.4 Резка металла большой толщины (до 3 мм)

7.4.1 Зажать ручные ножницы в слесарные тиски 1 (рис. 7, з).

7.4.2 Взять лист 3 левой рукой (в рукавице) и подавать его между лезвиями ножниц 4.

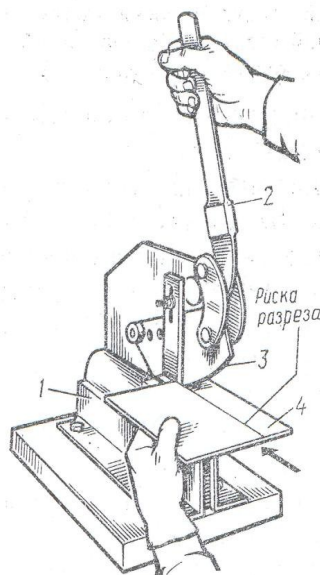
7.4.3 Поднимать и опускать с нажимом верхнюю ручку 2 правой рукой.

8 Упражнение 4. Резка металла ручными рычажными ножницами

8.1 Проверить смазку трущихся частей (при необходимости смазать их) и плавность хода рычага 2 (рис. 8).

8.2 Проверить зазор между режущими кромками ножниц: большой зазор ухудшает качество среза, лист мнется, лезвия ножей 1, 3 притупляются и ломаются; следствием малого зазора является тугий ход, который требует большого усилия в работе и вызывает преждевременный износ режущих кромок.

8.3 Обхватить правой рукой рычаг 2 и плавно переместить его в верхнее положение (при этом верхний нож 3 отойдет вверх).



с. 56. Резка металла ручными рычажными ножницами:

1, 3 – ножи, 2 – рычаг, 4 – разрезаемый лист

Рисунок 8 – Резка металла ручными рычажными ножницами.

8.4 Уложить лист 4 на режущую кромку так, чтобы левая рука удерживала его в горизонтальном положении, а линия разреза находилась в поле зрения и точно совпадала с лезвием верхнего ножа 3.

8.5 Опустить рычаг 2 с ножом 3 движением правой руки вниз до тех пор, пока часть металла не будет перерезана.

8.6 Переместить рычаг 2 в верхнее положение.

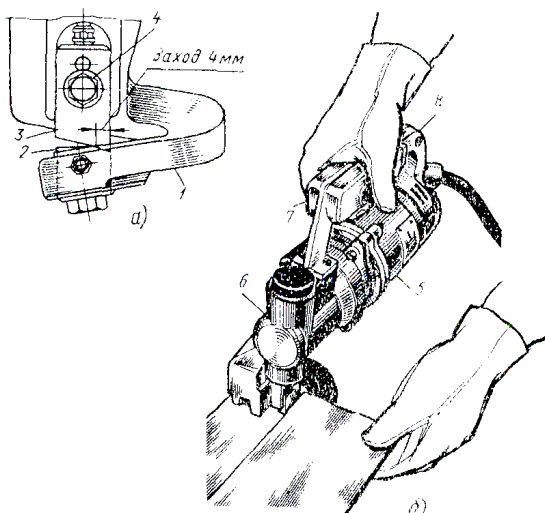
8.7 Поднять слегка лист 4 левой рукой, отодвинуть его от себя по риске вдоль режущей кромки верхнего ножа 3 и повторить приемы резания до полного разрезания.

9 Упражнение 5. Применение механизированного инструмента и оборудования при резке металла

9.1 Резка электрическими ножницами (листовой стали толщиной до 2,0 мм и других материалов)

9.1.1 Проверить исправность электрических ножниц.

9.1.2 Установить зазор между ножами 2 и 3 (рис. 9, а) в зависимости от толщины разрезаемого металла (при толщине 0,5 – 0,8 мм зазор должен быть 0,03 – 0,048 мм; при 1,0 – 1,3 мм — 0,06 – 0,08 мм; при 1,6 – 2,0 мм — 0,10 – 0,13 мм).



а – схема ножниц, б – приемы резания ножницами;
1 – скоба, 2 – нижний нож, 3 – верхний нож, 4 – эксцентрик,
5 – электродвигатель, 6 – редуктор, 7 – выключатель, 8 – ручка

Рисунок 9 – Резка электрическими ножницами.

9.1.3 Проверить точность зазора щупом.

9.1.4 Подключить токопроводящий провод в электросеть.

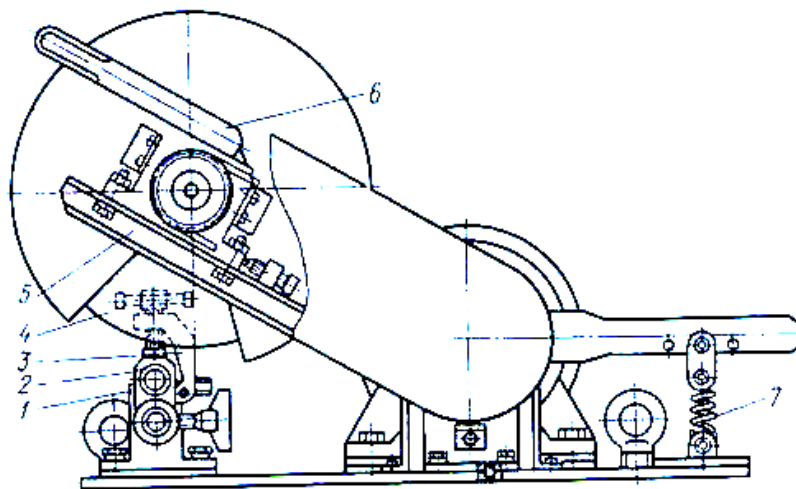
9.1.5 Взять ножницы, обхватить ручку 8 всеми пальцами правой руки, указательный палец поместить на рычаг выключателя 7 с курком (рис. 9, б).

9.1.6 Поддерживать и подводить лист левой рукой между верхним ножом 3 и нижним 2 (рис. 9, а); направлять лист под режущие кромки верхнего ножа точно по риску так, чтобы риска была видна; включить электродвигатель 5 нажимом на выключатель 7.

9.1.7 Передвигать электроножницы правой рукой вперед, направляя их по разметочной линии так, чтобы плоскость ножей имели некоторый наклон относительно разрезаемого металла. Режущие кромки необходимо периодически смазывать машинным маслом.

9.2 Резка металла и труб абразивным кругом (рис. 10)

9.2.1 Установить разрезаемый металл (трубу) на призмах 1 до регулируемого упора 2 и закрепить откидным прижимом 3.



1 – призмы, 2 – регулируемый упор, 3 – прижим, 4 – абразивный круг,
5 – рама, 6 – рукоятка, 7 – пружины

Рисунок 10 – Устройство для резки металла (труб) абразивным кругом.

9.2.2 Нажатием кнопки «Пуск» включить электродвигатель привода абразивного круга 4.

9.2.3 С помощью рукоятки 6 опустить круг 4 с качающейся рамой 5 и произвести отрезку металла (труб).

9.2.4 Вернуть качающуюся раму 5 с абразивным кругом 4 в исходное положение и выключить электродвигатель.

Примечание

По окончании резки качающаяся рама 5 возвращается в исходное положение под действием пружины 7. При этом раму следует придерживать за рукоятку 6 во избежание резких ударов.

10 Правила безопасной работы при резке металла

Оберегать руки от ранения заусенцами; работать в рукавицах.

Надежно закреплять заготовки в тисках.

При работе электроинструментами:

- а) работать в резиновых перчатках и на резиновом коврике;
- б) электропровод к электроинструменту защищать от механических повреждений.

11 Типичные затруднения и ошибки студентов и их предупреждение

При обучении студентов резке металла основное внимание уделяется резке ножовкой как операции наиболее распространенной. Резка ножовкой требует прямолинейности движений; это дается не сразу, что влечет за собой в начале обучения поломку полотен.

При резке студенты допускают следующие ошибки:

- 1) ножовку держат правой рукой не за ручку, а за рамку;
- 2) левая рука располагается также на рамке, а не захватывает барашек натяжного болта;
- 3) резка ведется в быстром темпе, что приводит к перегреву и затуплению полотна;
- 4) в начале резки студенты держат ножовку двумя руками вместо того, чтобы держать ее только правой рукой, а левой рукой (ногтем большого пальца) направлять полотно при врезании;
- 5) начинают резку с переднего ребра, а не с заднего, отчего выкрашиваются зубья полотен.

12 В результате выполнения упражнений студент должен:

Знать:

назначение и способы выполнения операций при резке металла ножовкой и труборезом, ручными и рычажными ножницами, электрическими ножницами, абразивным кругом; правила организации рабочего места; правила безопасной работы.

Уметь:

отрезать полосовой, а также квадратного, круглого и прямоугольного сечения металл без разметки и по рискам; работать на механизированном инструменте (электроножницы, абразивные круги); правильно выполнять приемы работы; организовать рабочее место; выполнять правила безопасной работы.

Список использованных источников

1. **Макиенко, Н. И.** – Общий курс слесарного дела /Н.И. Макиенко. – М.: Изд-во «Высшая школа», 2001. – ISBN 5-06003549-2
2. **Покровский, Б.С.** Слесарное дело /Б.С. Покровский. – М.: Издат. центр «Академия», 2004. – ISBN 5-7695-1333-0
3. **Покровский, Б.С.,** Справочник слесаря /Б.С. Покровский. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – ISBN 5-7695-13330
4. **Макиенко, Н. И.** Практические работы по слесарному делу /Н.И. Макиенко. – М.; Изд-во «Высшая школа», 2001. – ISBN 5-7695-0368-4
5. **Лурьев, Г. Б.** Сокращение и замена ручного труда в машиностроении /Г.Б. Лурьев. – М.: ВНИИЦентр, 1982.
6. **Макиенко, Н.И.** Педагогический процесс в профтехучилищах /Н.И. Макиенко. – М.: Издат. «Высшая школа», 1984.
7. **Скакун, Б.С.** Руководство по обучению слесарному делу /Б.С. Скакун. – М.: «Высшая школа», 1982.
8. **Адашкин, А.М.,** Материаловедение (металлообработка). /А.М. Адашкин. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – ISBN 5-7695-0747-0
9. **Черепяхин, А.А.** Технология обработки материалов. /А.А. Черепяхин. – М.; Издат. центр «Академия», 2004. – ISBN 5-7695-1518-X