РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ГАЗОСВАРЩИКА И ГАЗОРЕЗЧИКА

В. А. Малаховский

# РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ газосварщика и газорезчика

В. А. Малаховский

# РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ газосварщика и газорезчика

МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1990

ББК 34.64
М18
УДК 621.791.0

Рецензенты: инж. Л. А. Леонова, канд. техн. наук В. С. Леваков

**Малаховский В. А.**

М18 Руководство для обучения газосварщика и газорезчика: Практическое пособие.— М.: Высш. шк., 1990.— 303 с.: ил.

ISBN 5-06-001095-3

Содержатся разработанные в виде инструкционных карт указания о способах и приемах сварки и резки сталей, цветных металлов, чугуна; о правилах обслуживания аппаратуры для газопламенной обработки металлов. Приводятся сведения об организации рабочего места и технике безопасности.

Для использования в качестве пособия при подготовке учащихся в профессионально-технических учебных заведениях и на производстве.

**М** $\frac{2704060000(4307000000)-186}{052(01)-90}$ **60—90**

**ББК 34.64**
**6П4.3**

ISBN 5-06-001095-3

© В. А. Малаховский, 1990

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В Основных направлениях экономического и социального развития на 1986—1990 годы и на период до 2000 года поставлена задача обеспечения дальнейшего экономического развития общества на основе ускорения научно-технического прогресса, интенсификации общественного производства, повышения его эффективности.

Сварка и резка наряду с другими технологическими процессами в значительной мере определяют общий технический уровень многих отраслей народного хозяйства.

Газопламенная обработка повсеместно используется в машиностроении и металлообработке, металлургии, сельском хозяйстве, строительстве на транспорте и в других отраслях.

Под термином «газопламенная обработка» следует понимать совокупность технологических процессов обработки материалов, предназначенных для получения сварных конструкций заданной формы, размеров и качества. Газопламенные методы, несмотря на значительные преимущества электрических способов обработки, обладают технологической гибкостью и находят все большее применение, их доля продолжает оставаться весьма значительной в связи с большим ростом производства.

В настоящее время на предприятиях страны газопламенной обработкой занято около трети всех работающих в области сварки.

Для приобретения профессии, получения прочных знаний и умений учащимся необходимо получить теоретические знания по устройству, работе и обслуживанию аппаратуры и оборудования для процессов газопламенной обработки, по технике и технологии выполнения газосварочных и газорезательных работ. В данном руководстве рассмотрены практические приемы обслуживания аппаратуры и оборудования, выполнения различных ра-

бот по газопламенной сварке и резке различных материалов.

Учебный материал темы программы производственного обучения разбит на несколько инструкционных карт, в каждой из которых указываются содержание учебно-производственных заданий, цель заданий, оснащение рабочего места или организационные указания. Следовательно, мастеру производственного обучения и учащимся ясно, какая цель должна быть достигнута в результате изучения и практических упражнений данной темы.

Характерной особенностью данного руководства является то, что последовательность и правила выполнения приемов газопламенной обработки сопровождаются иллюстрациями, которые служат наглядным примером того, что и как надо делать.

Руководство для обучения газосварщика и газорезчика составлено применительно к учебным программам производственного обучения газосварщика в профессионально-технических училищах и может быть использовано для подготовки рабочих на производстве.

*Автор*

## РАЗДЕЛ I

## ГАЗОВАЯ СВАРКА, НАПЛАВКА, ПАЙКА

### ТЕМА. ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛА К СВАРКЕ

#### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 1
#### ПРАВКА И ГИБКА МЕТАЛЛА

**Учебно-производственные задания.** I — подготовка к выполнению упражнений по правке и гибке металла, II — правка металла, III — гибка металла, IV — гибка труб в холодном и нагретом состояниях.

**Цель заданий:** научиться правильно выбирать инструмент для выполнения данного рабочего приема; принимать правильную рабочую позу; пользоваться слесарным инструментом; организовывать рабочее место; выполнять правила техники безопасности; править и гнуть листовой, полосовой, круглый металл и трубы в холодном и горячем состояниях.

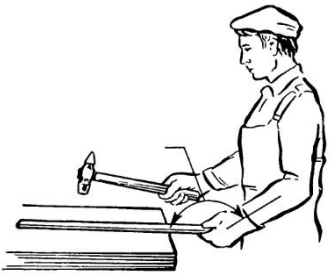
**Оснащение рабочего места.** Оборудование и приспособления: слесарные тиски, правильные плиты, винтовые прессы, приспособления для гибки труб, оправки различной формы.

Инструменты и материалы: молотки слесарные, молотки деревянные (киянки), заготовки для губок из латуни, меди или алюминия, линейки измерительные, речной сухой песок, масло машинное, мел, защитные очки и рукавицы, детали и заготовки различных размеров и формы (полосы 5×10 мм круглого сечения 8—12 мм, листы толщиной 1,5—3 мм и длиной не более 300 мм, трубы газовые 0,5 и 1 дюйм).

### I. Подготовка к выполнению упражнений

1. При правке: проверить соответствие высоты правильной плиты своему росту; подобрать решетчатую подставку такой высоты, чтобы угол согнутой в локтевом суставе левой руки составлял примерно 120° с плоскостью правильной плиты (рис. 1).

2. При гибке: проверить исправность слесарного верстака — он должен стоять устойчиво; проверить



слесарные тиски — прочность закрепления на верстаке, отсутствие превышения губок (они должны быть абсолютно параллельны), наличие четкой насечки на губках.

Рис. 1

## II. Правка металла

### Правка пластин, изогнутых по плоскости

1. Надеть рукавицы, взять изогнутую полосу, проверить ее кривизну «на глаз» (рис. 2) и наметить границы изогнутых мест мелом.

2. Встать прямо и устойчиво. Взять в правую руку молоток.

3. Положить пластину на правильную плиту выпуклостью вверх (рис. 3, *а*).

4. Наносить удары средней частью бойка молотка (при ударе краем бойка получается вмятина) от края к середине выпуклости до полного и плотного прилегания пластины к плите (рис. 3, *б*).

5. Проверить результаты правки: положить пластину на поверочную плиту и проверить

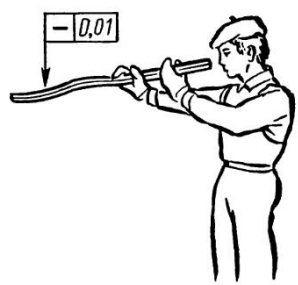



Рис. 2

Рис. 3

прямолинейность. С помощью щупа или поверочной линейки измерить зазор между пластиной и плитой: он должен быть не более 0,1 мм на длине 100 мм. Забоин и вмятин на поверхности быть не должно.

#### Правка пластин, изогнутых по ребру

1. Определить «на глаз» границы кривизны и отметить их мелом.

2. Положить искривленную полосу на плиту, прижать левой рукой и наносить удары носком молотка по всей длине полосы, начиная с нижней кромки и кончая верхней (рис. 4, *а*). Наносить сильные удары у нижней кромки, по мере продвижения к верхней кромке силу удара уменьшать, а частоту — увеличивать (в результате постепенного пластического растяжения нижняя кромка увеличивается по длине и полоса выправляется). Последовательность и направление ударов показаны на рис. 4, *б*.

3. Процесс правки прекратить тогда, когда верхняя и нижняя кромки станут прямолинейными. Допустимое отклонение от прямолинейности — до 1 мм на 500 мм длины.

#### Правка полос с изгибом в виде спирали

1. Закрепить один конец заготовки *2* в тиски *1*, второй конец в ручные тисочки *3*, вставить в зазор между ручками тисочков рычаг *4* в виде стержня, прутка, стальной пластины (рис. *5*, *а*).

2. Взяться обеими руками за рычаг *4* и равномерно вращать его, раскручивая пластину до ее выправления. При отсутствии тисочков применить простейший рычаг (рис. *5*, *б*).

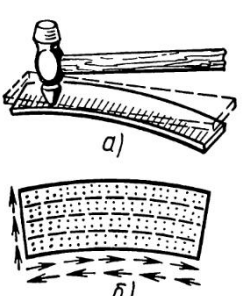



Рис. 4

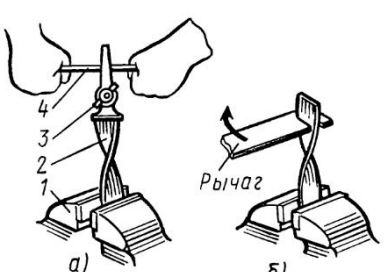



Рис. 5

3. Окончательную правку полосы выполнить на плите указанным выше способом.

4. Проверить результаты правки «на глаз» по просвету, накладывая выправленную заготовку на поверочную плиту.

**Правка выпуклости листового металла**

1. Положить лист на плиту и определить ее выпуклость «на глаз» или с помощью линейки. Обвести ее мелом.

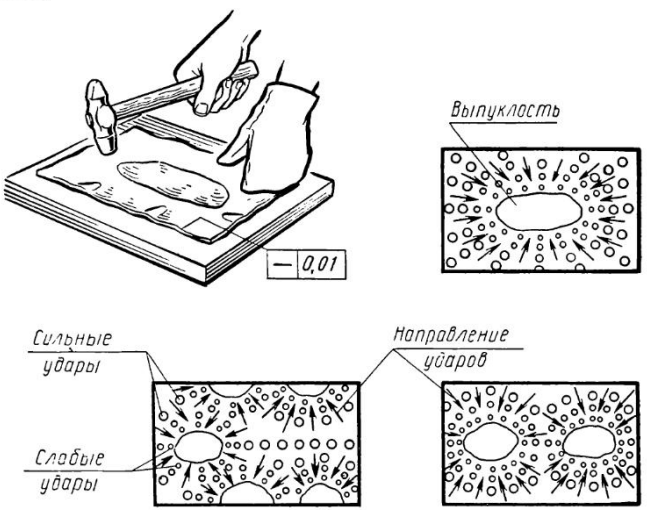



Рис. 6

2. Придерживая лист левой рукой, наносить удары круглым бойком молотка от края листа по направлению к выпуклости; удары наносить частые, но не сильные. По мере приближения к границам выпуклости удары наносить чаще и слабее (рис. 6).

**Демонстрация способа правки изделий из толстолистового металла нагревом ацетиленокислородным пламенем большой мощности**

1. Положить лист с выпуклостью на гладкую металлическую поверхность (рис. 7).

2. Быстро нагреть ацетиленокислородным пламенем слой металла на выпуклой стороне изделия и убрать горелку (резак), нагревать до тех пор, пока от метал-

ла не начнет отскакивать окалина. В процессе охлаждения нагретый слой сжимается, и изделие выпрямляется.

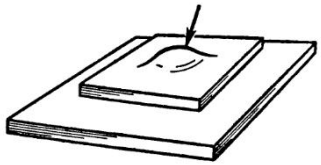


Рис. 7

3. Положить изогнутый лист и сваренный швеллер на гладкую металлическую поверхность, покрытую теплоизоляционным материалом (асбестом). Измерить максимальную величину зазора.

4. Наметить участки нагрева мелом так, чтобы они находились примерно на одинаковом расстоянии друг от друга. Ширина участков примерно 20—30 мм в зависимости от толщины металла, угол схождения участка нагрева примерно 30° (рис. 8, *а*).

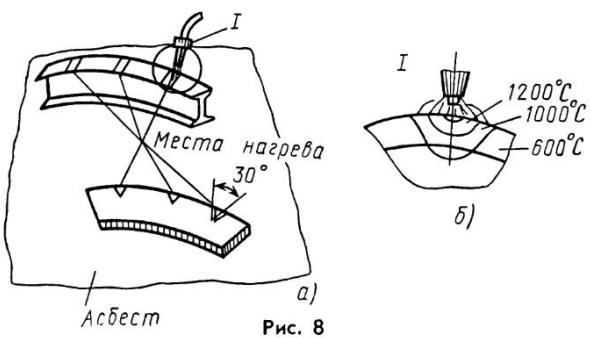



Рис. 8

5. Нагреть верхние слои намеченных полос (рис. 8, *б*).

6. После естественного охлаждения проверить максимальную величину зазора и сравнить с величиной до правки. Операцию повторить в случае несоответствия величины прогиба техническим условиям или требованиям чертежа.

## III. Гибка металла

### Гибка полосового металла в слесарных тисках под прямым углом

1. Проверить заготовку на прямолинейность.

2. Отметить чертилкой место изгиба. Дать припуск на изгиб по внутренней стороне в пределах 0,5—0,8 толщины заготовки.

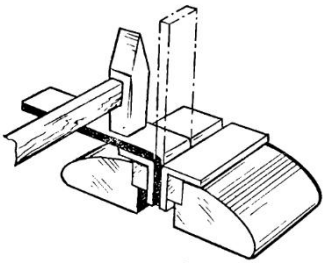


Рис. 9

3. Закрепить заготовку в тисках так, чтобы внутренняя поверхность была направлена к неподвижной губке, а линия гибки находилась на уровне верхней кромки этой губки (или нагубников) тисков (рис. 9).

4. Наносить удары равномерно, начиная с верхней части (лучше деревянным молотком, чтобы не деформировать поверхность) и заканчивая в месте перегиба (желательно металлическим молотком).

5. Проверить угол загиба с помощью шаблона. Поверхность заготовки не должна иметь трещин, забоин, вмятин.

**Гибка скоб из полосового и круглого металла под углом, не равным 90°**

1. Разметить на заготовке место изгиба.

2. Зажать в тисках *1* заготовку *2* вместе с оправкой *3* между губками *4* так, чтобы прочерченная разметочная линия находилась на расстоянии 0,5 мм от торца оправки и была обращена в сторону изгиба (рис. 10).

Рис. 10

3. Изогнуть заготовку под нужный угол.

4. Проверить угол загиба (см. п. 4 задания III).

## IV. Гибка труб в холодном и горячем состояниях

**Гибка труб диаметром до 40 мм на неподвижной оправке и на приспособлении (диаметром до 20 мм)**

1. Закрепить гибочную оправку *1* к верстаку *2* скобами *3* с двух сторон (рис. 11, *а*).

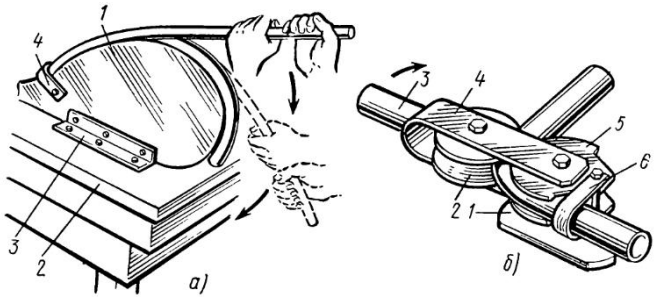



Рис. 11

2. Вставить трубу в желоб оправки, подвести ее под хомут *4*.

3. Нажать руками плавно вниз до полного изгиба.

4. Снять трубу с приспособления и проверить радиус изгиба путем наложения на шаблон.

5. Вставить трубу *1* в приспособление между подвижным роликом *2* и роликом-шаблоном *5* так, чтобы конец ее вошел в хомутик *6*. Нажать на рукоятку *3*, поворачивать скобу *4* вокруг неподвижного ролика-шаблона *5* до тех пор, пока труба не изогнется на нужный угол (рис. 11, *б*).

#### Гибка труб в нагретом (горячем) состоянии

1. Разметить по шаблону место изгиба трубы мелом.

2. Заглушить один конец трубы пробкой из глины, резины или из твердых пород дерева (для труб малого диаметра) и металлической пробкой для труб большого диаметра. Длина пробок-заглушек 1,5—2 диаметра трубы. Конусность $^{1}/_{10}$ (рис. 12, *а*).

3. Наполнить трубу сухим речным песком, просеянным через сито с ячейками 2 мм. Заполнение горным песком не допускается, так как при нагревании выгорают органические вещества и пригорают к стенке трубы.

4. Обстукивать трубу молотком (снизу вверх) при одновременном ее повертывании до тех пор, пока удары по трубе станут глухими.

5. Забить второй конец трубы пробкой со сквозным отверстием для выхода газов, образующихся при нагреве.

6. Вставить трубу *1* в приспособление *2* (рис. 12, *б*).

7. Надеть рукавицы, нагреть трубу пламенем газокислородной горелки (резака) до появления отскаки-

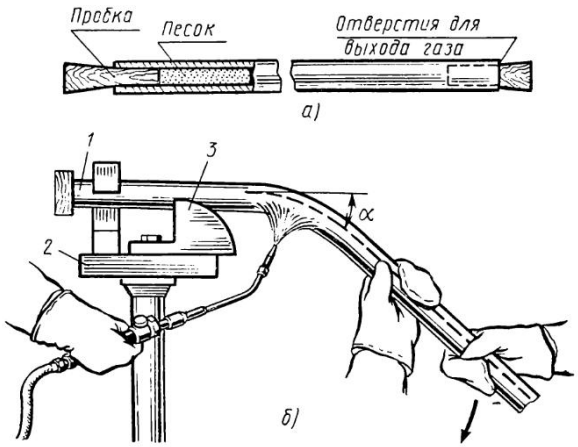



Рис. 12

вающих частиц окалины, согнуть трубу по копиру *3*. Длина нагреваемой части должна быть при 90° не менее шести диаметров, при 6° — четырех диаметров, при 45° — трех диаметров.

8. Снять трубу, удалить пробки и песок.

9. Проверить радиус изгиба с помощью шаблона.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 2
### РАЗМЕТКА

**Учебно-производственные задания.** I — подготовка к выполнению упражнений по разметке, II — разметка, III — кернение, IV — затачивание кернера, чертилки, ножек циркуля.

**Цель задания:** научиться правильно применять разметочные инструменты, выполнять разметку и кернение несложных деталей, затачивать разметочный инструмент, соблюдать технику безопасности при работе.

**Оснащение рабочего места.** Оборудование и приспособления: разметочная плита, светильник, стальная щетка, посуда для раствора мела, шаблоны.

Инструменты и материалы: заточный станок, измерительная линейка, штангенциркуль, циркуль, чертилки, молоток разметочный, мел, карандаш, лак, пластины из низкоуглеродистой стали 200×150×(4—5) мм, обрезки труб разного диаметра и толщины стенки.

**Организационные указания.** Вытереть разметочную плиту и выверить ее по уровню и линейке. Очистить заготовки стальной щеткой. Покрыть пластины растворенным в воде молотым мелом.

## I. Подготовка к выполнению упражнений

1. Выбрать разметочный молоток массой 200 г.
2. Выбрать чертилку (рис. 1) в зависимости от состояния поверхности металла размечаемой детали: стальную — при разметке грубых и предварительно

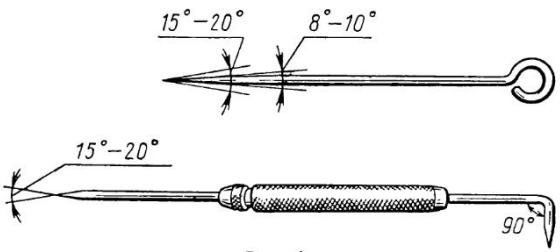



Рис. 1

обработанных деталей; латунную — для отшлифованных поверхностей готовых деталей; карандаш мягкий — для тонких, хрупких и окончательно обработанных поверхностей изделий из листов жести, легкого металла и пр.

## II. Разметка

### Нанесение параллельных рисок

1. Взять подготовленную пластину 250×150 мм и положить на разметочную плиту.
2. Выбрать обработанный торец за начало отсчета — базу.
3. Наложить масштабную линейку на размечаемую поверхность на расстоянии 15—20 мм от боковой стороны. Совместить деление 220 мм с базовой поверхностью (рис. 2, *а*).
4. По нулевой линии линейки нанести риску чертилкой (рис. 2, *а*).
5. Переместить линейку к другой боковой поверхности, отмерить 220 мм и нанести такую же риску.

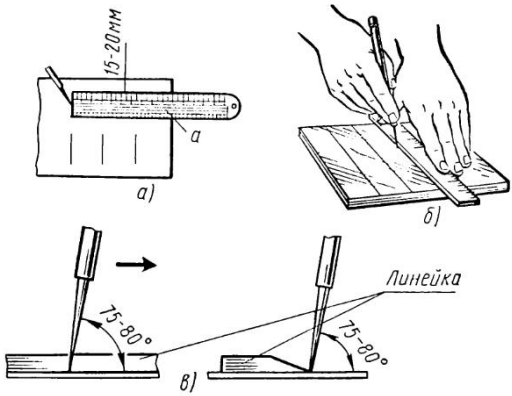



Рис. 2

6. Нанести риски на расстояниях от базы: 190, 160, 130, 110, 90, 70, 60, 50, 40, 30 и 20 мм.

7. Соединить риски параллельными линиями с помощью линейки и чертилки. Линейку положить так, чтобы она соединяла риски на отметке 220 мм. Прижать линейку левой рукой. Взять чертилку в правую руку и нанести прямую линию, начиная от дальней риски и не отрывая чертилки (рис. 2, *б*). Наклонять чертилку в сторону движения и от линейки так, чтобы угол между чертилкой и поверхностью размечаемой пластины составлял 75—80° (рис. 2, *в*).

8. Поднять линейку и положить ее на отметке 190 мм. Провести прямую линию параллельно первой.

9. Упражнения повторить требуемое число раз.

**Построение прямых параллельных линий с помощью угольника**

1. Взять покрытую меловым раствором пластину 200×100 мм с ровной обработанной длинной стороной. Положить на разметочную плиту.

2. Наложить угольник на размечаемую поверхность. Прижать полку угольника к обработанной стороне пластины и к размечаемой поверхности левой рукой. Взять чертилку в правую руку и провести риску, прижимая при этом чертилку к нижнему ребру угольника (рис. 3). Передвигая угольник вдоль обработанной стороны, проводить на поверхности пластины параллельные риски.

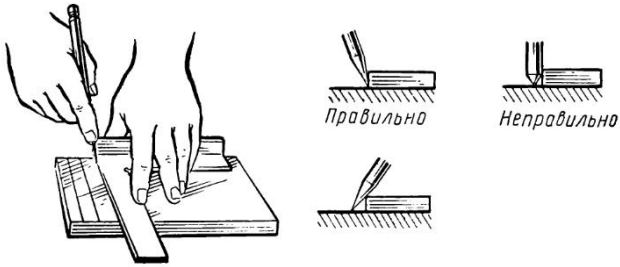



Рис. 3

**Построение прямоугольных фигур**

1. Разместить подготовленную пластину для разметки на разметочную плиту.

2. Нанести произвольную линию *AB* чертилкой по линейке (рис. 4, *а*).

3. Провести окружность циркулем из произвольной точки *0* через будущую вершину прямого угла точку *A*. Отметить точку *C*, расположенную в месте пересечения прямой *AB* и окружности (рис. 4, *а*).

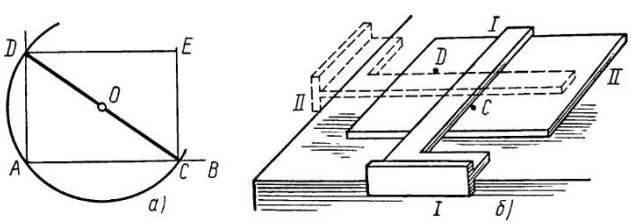



Рис. 4

4. Через точки *C* и *0* провести прямую до пересечения с окружностью в точке *D*. Отрезки *AD* и *AC* образуют прямой угол.

5. Измерить линейной длину отрезка *AD*. Положить линейку так, чтобы линия *AC* совпадала с делением линейки, фиксирующим конечную длину отрезка *AD* (рис. 4, *а*). По нулевому делению линейки нанести чертилкой метку.

6. Аналогично п. 5 отложить длину отрезка *AC*. Обозначить точку пересечения меток буквой *E*.

7. Соединить точки *C* и *D* с точкой *E*.

8. Проверить правильность построения прямых углов с помощью угольника.

9. Аналогичный прямоугольник построить с помощью угольника.

10. Наложить угольник на размечаемую поверхность так, чтобы внутренние ребра проходили через точки *C* и *D*. Провести прямые линии, соединяющие угол угольника с точками *C* и *D* (рис. 4, *б*).

#### Разметка по шаблону

1. Положить покрытую меловым раствором пластину *1* на разметочную плиту *2* так, чтобы она плотно прилегала к плите (рис. 5).

2. Наложить на пластину *1* шаблон *3*. Пальцами левой руки прижать шаблон к поверхности плиты. Взять правой рукой чертилку *4*. Прочертить вдоль контура шаблона риску, строго поддерживая правильный угол наклона чертилки и равномерный нажим на нее.

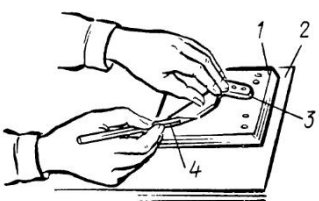



Рис. 5

## III. Кернение

#### Кернение разметочных рисок

1. Взять кернер и проверить его соответствие геометрическим размерам (рис. 6, *а*).

2. Взять кернер тремя пальцами левой руки и поставить острым концом точно на центр разметочной риски (рис. 6, *б*).

3. Наклонить кернер в сторону от себя и прижать к намеченной точке.

4. Поставить кернер вертикально и нанести легкий удар молотком (рис. 6, *в*).

5. При кернении соблюдать следующее: обязательно ставить керны на пересечениях рисок и закруглениях, располагать керны точно по разметочным рискам (линиям), глубина лунки от кернера должна быть в пределах 0,2—0,4 мм, наносить керны на одинаковом расстоянии друг от друга: на длинных прямых линиях на расстоянии 10—50 мм; на коротких линиях, перегибах, закруглениях, углах — 5—10 мм.

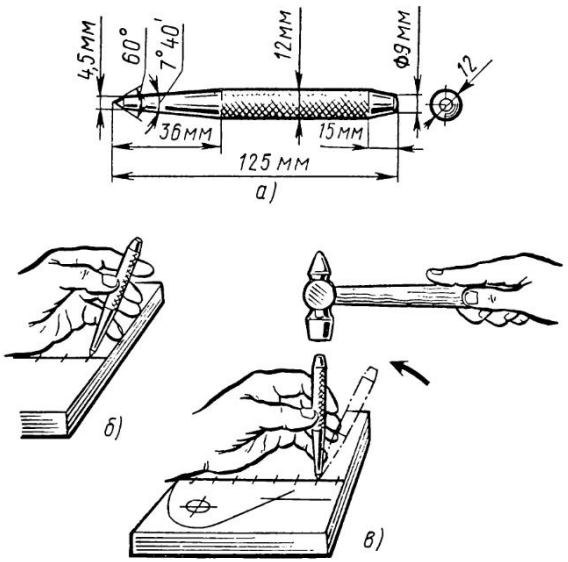



Рис. 6

## IV. Затачивание кернера, чертилки, ножек циркуля

1. Внимание! Проверить техническое состояние заточного станка. На нем (рис. 7) должны быть установлены и надежно закреплены: патрубок *1*, присоединенный к вентиляционному отсосу; заслонка, препятствующая выбросу пыли из верхней части кожуха *2*; кожух *3*; кронштейн *4*, на котором укреплен светильник *5* и регулируемый прозрачный экран *6*; заслонка *7* для создания минимального зазора между шлифовальным кругом *8* и кожухом *3*; подручник *9* (зазор между кругом *8* и подручником *9* не более 3 мм); пылесборник *10*; резервуар для охлаждающей жидкости *11*; вентилятор; заземление станка; хорошо действующие кнопки «Пуск-Стоп». Круг не должен иметь биения.

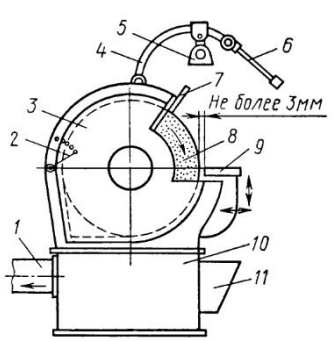



Рис. 7

**Приемы затачивания кернера**

1. Внимание! Опустить экран заточного станка или надеть предохранительные очки с прозрачными стеклами.

2. Включить двигатель заточного станка путем нажатия на кнопку «Пуск» (некоторые точильные станки включаются при опускании защитного экрана, а выключаются при поднятии его).

3. Взять кернер обеими руками, как показано на рис. 8, *а*.

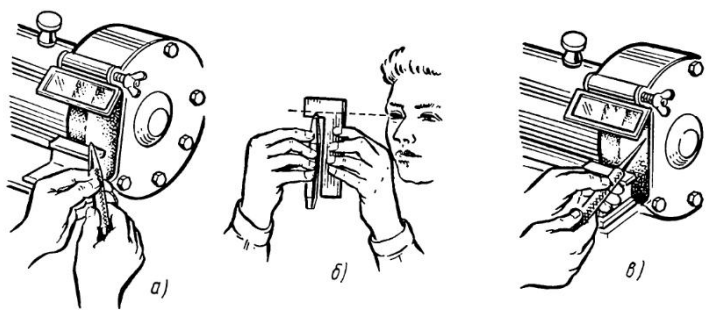



Рис. 8

4. Расположить кернер на периферии заточного круга под углом 30° к поверхности круга.

5. Заточить кернер, поворачивая его вокруг оси пальцами правой руки с одновременным легким нажимом.

6. Охлаждать острие кернера в жидкости по мере нагрева с целью исключения потери твердости в результате отпуска рабочей части кернера.

7. Проверить угол заточки кернера по шаблону (рис. 8, *б*).

8. Выключить заточный станок путем нажатия на кнопку «Стоп».

**Приемы затачивания чертилки**

1. Внимание! Проверить исправность заточного станка (см. карту 2).

2. Включить станок нажатием кнопки «Пуск».

3. Взять чертилку левой рукой за середину, правой — за конец, противоположный затачиваемому (рис. 8, *в*).

4. Заточить чертилку, выдержав угол заточки 15—20°. Расположить чертилку на периферии заточного круга под небольшим углом наклона, с легким нажимом вращать равномерно чертилку пальцами правой руки (рис. 8, *в*).

5. Периодически охлаждать острие чертилки в охлаждающей жидкости.

6. Проверить качество заточки. Конец чертилки должен быть острым, угол скоса равномерным по всей окружности, что гарантирует расположение острия строго по оси чертилки.

7. Выключить станок путем нажатия на красную кнопку «Стоп».

#### Приемы затачивания ножек циркуля

1. Внимание! Проверить техническое состояние заточного станка (см. карту 2).

2. Взять циркуль левой рукой за середину (за стопорным винтом), правой рукой взять за шарнирное соединение двух ножек (рис. 9, *а*).

3. Свести ножки циркуля до плотного их соприкосновения.

4. Расположить ножки циркуля под необходимым углом по отношению к периферийной плоскости заточного круга.

5. Заточить сначала конец одной ножки. Изменить положение циркуля и заточить второй конец ножки.

6. Выключить станок.

7. Проверить симметричность углов заточки обеих ножек, одинаковость их длины и плотность соприкосновения плоскостей (рис. 9, *б*).

8. Довести на оселке острые концы ножек циркуля и снять заусенцы на боковых гранях и внутренних плоскостях ножек.

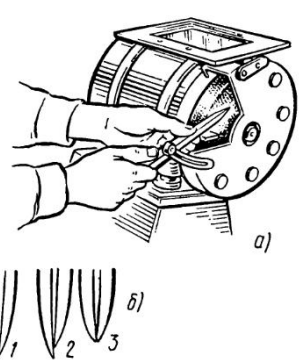



Рис. 9

**ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 3**
**РУБКА МЕТАЛЛА**

**Учебно-производственные задания.** I — положение корпуса и ног работающего, II — правила выбора и захвата инструмента, III — приемы нанесения ударов, IV — затачивание зубил и крейцмейселей, V — рубка металла.

**Цель заданий:** научиться приемам нанесения ударов по головке инструмента; правилам затачивания зубила и крейцмейселя; правильно держать рабочий инструмент; принимать правильную рабочую позу при рубке, приемам рубки и разрубки, безопасным приемам выполнения работ.

**Оснащение рабочего места.** Оборудование и приспособления: слесарный верстак, тренировочные приспособления, заточный станок, плиты, наковальни, предохранительные очки, решетчатые подставки под ноги, настольный сверлильный станок.

Инструменты и материалы: слесарные молотки массой 500—600 г, зубила, крейцмейсели, шаблоны, универсальный угломер, чертилки, кернеры, масштабные линейки.

**Организационные указания.** Внимание! Проверить техническое состояние оборудования и инструмента, наличие и исправность ограждающих сеток.

## I. Положение корпуса и ног работающего

1. Установить высоту тисков по росту учащихся.

1.1. Поставить согнутую в локте левую руку на губки параллельных тисков. Выпрямить пальцы левой руки. При правильно подобранной высоте тисков пальцы должны касаться подбородка (рис. 1, *а*). Если тиски расположены высоко, подложить под ноги решетчатую подставку.

1.2. Поставить согнутую в локте левую руку с согнутыми в кулак пальцами на губки тисков так, чтобы кулак касался подбородка (рис. 1, *б*).

1.3. При работе на слесарных верстаках, изготовленных Всесоюзным трестом профтехобразования, высота тисков устанавливается путем их опускания и подъема. Они могут вращаться в любую сторону на 360°.

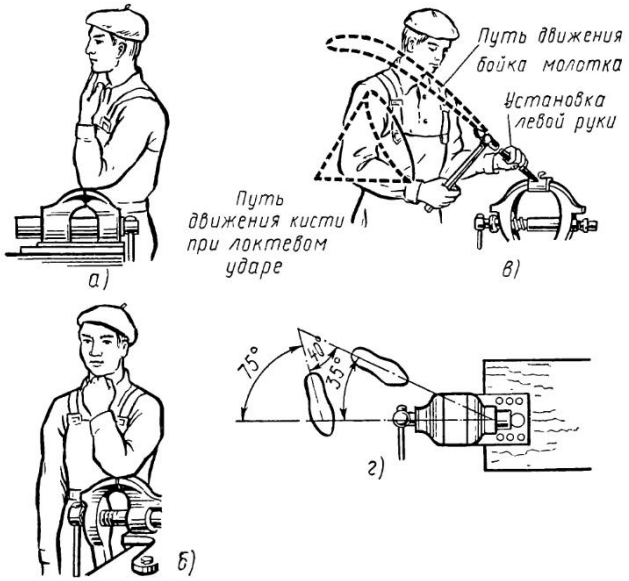



Рис. 1

2. Встать вполоборота к оси тисков (рис. 1, *в*) примерно под углом 40° (рис. 1, *г*). Правую ногу поставить под углом 75°, левую — выставить на полшага вперед и поставить под углом 35° к оси тисков. Угол между расставленными ногами должен быть в пределах 40° (рис. 1, *г*).

## II. Правила выбора и захвата инструмента

1. Внимание! Подобрать и проверить прочность и плотность насадки молотка на ручку, отсутствие трещин и отколов на ручке, наличие совершенно гладкой с небольшой выпуклостью поверхности бойка молотка, отсутствие трещин и отколов на бойке и носке молотка, соответствие длины ручки молотка (500—600 мм).

2. Внимание! Подобрать зубило и проверить отсутствие трещин и отколов (на любой части), закругленность боковых сторон и средней части, гладкость и выпуклость ударной части, угол заострения в зависимости от твердости обрабатываемого металла (35, 45, 60 и 70°).

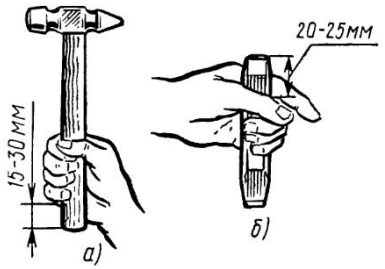



Рис. 2

3. Взять молоток правой руки за ручку. Обхватить ручку четырьмя пальцами и прижать к ладони: большой палец положить на указательный, а все пальцы крепко сжать (рис. 2, *а*).

4. Взять зубило левой рукой за среднюю часть так, чтобы большой и указательный пальцы расположились на расстоянии 20—25 мм от ударной части. Удерживать зубило четырьмя пальцами (рис. 2, *б*). Пальцы сильно не сжимать, так как зубило надо будет направлять все время в определенное место рубки.

## III. Приемы нанесения ударов молотком

**Кистевой удар.** 1. Зажать в средней части тисков деревянный брусок (рис. 3, *а*) или тренировочное приспособление (рис. 3, *б*).

2. Встать вполоборота к оси тисков (рис. 3, *в*).

3. Взять молоток в правую руку (см. рис. 2, *а*).

4. Левой рукой взяться за тренировочное приспособление (рис. 3, *в*).

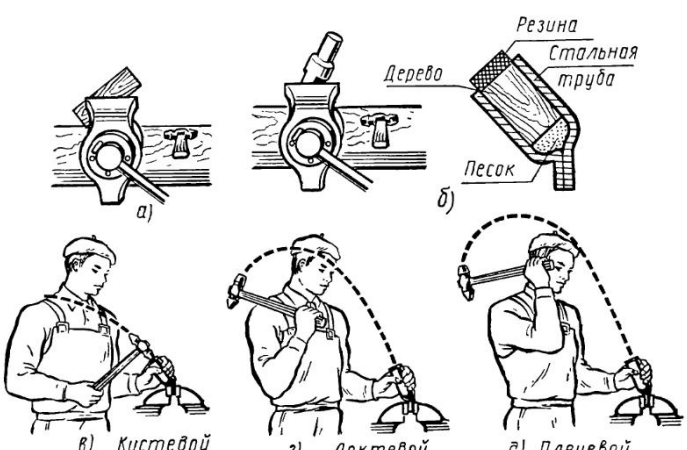



Рис. 3

5. Нанести удары по ударной резиновой части приспособления путем раскачивания молотка только за счет изгиба кисти (рис. 3, *в*).

**Локтевой удар.** 1. Повторить упражнения 1—4 (см. рис. 3, *а — в*), как и при отработке кистевого удара.

2. Нанести удары путем сгибания руки в локтевом суставе (рис. 3, *г*). Удар должен быть более сильным, чем при кистевом ударе.

**Плечевой удар.** 1. Повторить упражнения 1—4 (см. рис. 3, *а — в*).

2. Поднять молоток и отнести его за спину, путем сгибания правой руки в локтевом суставе и движения ее в плечевом суставе, нанести меткий удар (рис. 3, *д*). Правильно выполненный прием обеспечивает максимальную силу удара (удар с плеча).

3. Все упражнения повторять несколько раз, до тех пор, пока не будет твердо усвоено движение руки с молотком и удары будут наноситься прямо по вершине закругленной части приспособления (зубила) с частотой примерно 60 ударов в минуту.

## IV. Затачивание зубил и крейцмейселей

1. В н и м а н и е! Осмотреть и проверить техническое состояние заточного станка (см. карту 2, задания I — IV).

2. В н и м а н и е! Опустить защитный экран на станке или надеть защитные очки.

3. Взять правой рукой зубило так, чтобы головка упиралась в ладонь, большой палец был сверху, а остальные пальцы крепко обхватывали зубило сбоку.

4. Заточить зубило. Включить заточный станок. Зубило *1* взять пальцами левой руки ближе к острию так, чтобы большой палец был сверху, а зубило лежало на подушечках остальных пальцев (рис. 4, *а*) и установить его на подручник *3* с наклоном от себя примерно на угол, равный половине общего угла заточенного зубила. Большим пальцем левой руки прижать зубило к шлифовальному кругу и к подручнику, а правой рукой равномерно перемещать его возвратно-поступательно вдоль рабочей поверхности круга *2*.

5. Повернуть зубило второй фаской к кругу и повторить предыдущие упражнения. Не допускать перегрева и отпуска лезвия зубила, охлаждая его в жидкости.

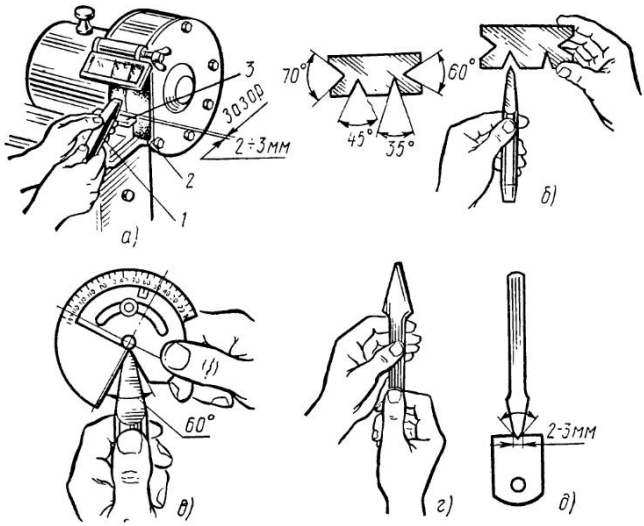



Рис. 4

6. Проконтролировать угол заточки зубила шаблоном (рис. 4, *б*) или универсальным угломером (рис. 4, *в*), как показано на рисунках.

7. Заточить крейцмейсель. Взять крейцмейсель пальцами правой руки в обхват, пальцами левой руки взяться за крейцмейсель ближе к лезвию, как показано на рис. 4, *г*.

7.1. Положить крейцмейсель на подручник фаской к рабочей поверхности заточного круга и осторожно с легким нажимом подвести его к кругу и заточить.

7.2. Заточить крейцмейсель по второй грани.

7.3. Проверить угол заточки по шаблону (рис. 4, *д*).

## V. Рубка металла

### Рубка по уровню губок тисков (заготовка 150×50×4)

1. Закрепить заготовку в тисках так, чтобы разметочная риска была параллельна губкам тисков и выше на толщину снимаемой стружки (2—3 мм).

2. Принять правильное рабочее положение, стоять прямо и свободно.

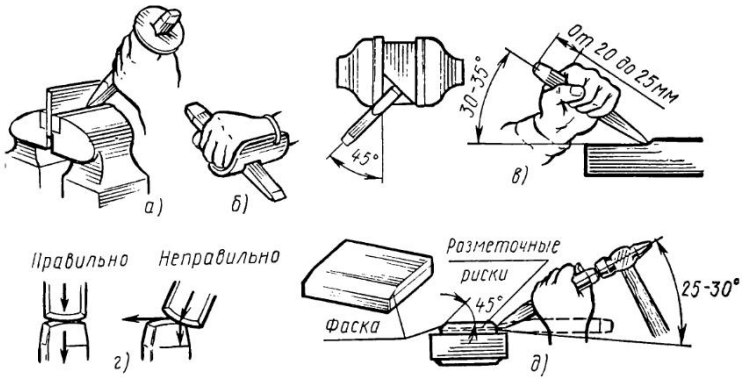



Рис. 5

3. Надеть на зубило предохранительную резиновую шайбу (рис. 5, *а*), а на левую руку защитный щиток (рис. 5, *б*).

4. Взять молоток в правую руку, зубило — в левую; установить зубило на губки тисков под углом 30—35° (рис. 5, *в*).

5. Подвести зубило средней частью лезвия к заготовке и наносить правильные удары бойком молотка по ударной части зубила (рис. 5, *г*). Смотреть на режущую часть зубила, а не на его головку.

6. Не прижимать зубило сильно к металлу, а использовать отдачу его после каждого удара и вновь правильно устанавливать зубило.

7. Переставлять зубило после каждого удара справа налево, наносить кистевые удары после каждой перестановки.

8. Проверить качество рубки масштабной линейкой: линия среза должна быть прямой (отклонение $\pm$ 0,5 мм).

**Рубка по разметочным рискам выше уровня губок тисков** (заготовка 150×50×4 мм)

1. Нанести на заготовку две параллельные риски на расстоянии 1 мм друг от друга.

2. Установить заготовку в тиски так, чтобы риски были параллельны губкам тисков и находились на расстоянии 10—15 мм от них.

3. Снять фаску по размеру снимаемого слоя металла на стороне, противоположной той, с которой начинается рубка (рис. 5, *д*).

4. Рубить поверхность заготовки средней частью острия зубила. За один проход снимать слой не более 0,5—1 мм, при чистовой рубке 0,2—0,5 мм. Риски не срубать.

5. Проверить линейкой прямолинейность срубленного торца заготовки. Отклонение $\pm$ 0,5 мм.

#### Рубка металла на плите

1. Разметить мелом места разрубки с обеих сторон заготовок.

2. Установить заготовку на массивной плите, наковальне, рельсе.

3. Установить зубило вертикально на риску и локтевым или плечевым ударами разрубить пластину (рис. 6, *а*). Толстый листовой или полосовой металл надрубать на половину его толщины с обеих сторон. Металл толщиной до 2 мм перерубать с одного удара, подложив под него подкладку из мягкой стали.

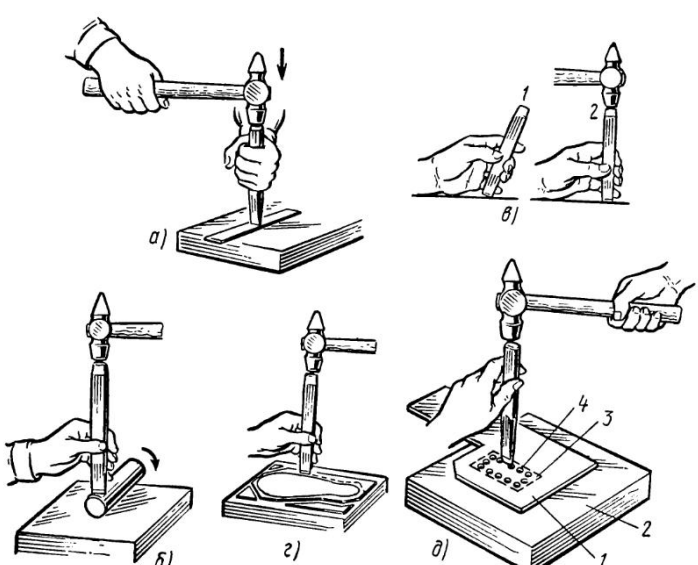



Рис. 6

4. Установить металл круглого сечения на плите.

5. Установить зубило вертикально на риску, нанести плечевой удар, поворачивая заготовку после каждого удара. Надрубить заготовку по всей длине окружности (рис. 6, *б*).

6. Отломить отрубленную часть, перегибая надрубленную заготовку в разные стороны. Переламывать нужно через ребро плиты или в тисках.

7. Вырубание заготовок. Разметить заготовку в соответствии с чертежом и придать ей устойчивое положение на плите.

8. Взять зубило с закругленным лезвием (прямое лезвие при рубке образует ступенчатую поверхность) и с углом заточки меньше, чем при рубке в тисках (35°).

9. Установить зубило наклонно, лезвием вдоль разметочной риски, затем придать зубилу вертикальное положение (рис. 6, *в*).

10. Отступить от риски на 2—3 мм, легкими ударами по зубилу набить контур будущей детали (рис. 6, *г*), смещая лезвие зубила по ходу рубки после каждого удара на $^1/_2$ или $^3/_4$ ширины лезвия.

11. Прорубить контур еще раз, нанося более сильные удары.

12. Перевернуть лист. Рубить по обозначенному контуру, образовавшемуся в результате пластического деформирования металла при рубке лицевой стороны заготовки.

13. Перевернуть лист и закончить вырубание заготовки.

14. Разрубить листовой металл толщиной более 8 мм: просверлить отверстия *4* по контуру заготовки *1* так, чтобы края отверстий не касались разметочной линии *3*; положить пластину на «мягкую» металлическую или массивную деревянную плиту *2* и вырубить перемычки (рис. 6, *д*).

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 4
### РЕЗКА МЕТАЛЛА

**Учебно-производственные задания.** I — подготовка к выполнению упражнений по резке металла с применением ножовочного станка, II — резка металла ножовочным полотном (ножовкой), III — резка труб труборезом, IV — резка металла напильником (опиливание).

**Цель задания**: научиться выбирать и подготавливать инструмент к работе; пользоваться инструментами и приспособлениями для резки металла; принимать правильное рабочее положение; рационально организовывать рабочее место; соблюдать технику безопасности при выполнении работ по резке; отрезать полосовой материал квадратного, круглого и прямоугольного сечения; резать трубы; опиливать поверхности металла.

**Оснащение рабочего места.** Оборудование и приспособления: верстак со слесарными тисками, трубные прижимы, труборезы, деревянные бруски и колодки.

Инструменты и материалы: ножовочные станки и полотна, напильники плоские тупоносые и треугольные длиной 250—300 мм с насаженными рукоятками, циркули, линейки, чертилки, кисточки, молотки слесарные, обрезки профильного проката сечением до 25×25 мм, полосовая сталь 5×60 мм, пластины размером 150×100×(6—12) мм, обрезки труб диаметром $^1/_2$—2 дюйма, олифа.

## I. Подготовка к выполнению упражнений по резке металла с применением ножовочного станка

1. Подготовить ножовочный станок (рис. 1). Внимание! Проверить исправность ручки *1*, натяжного болта *6*, передней *7* и задней *8* частей ножовочного станка *2*.

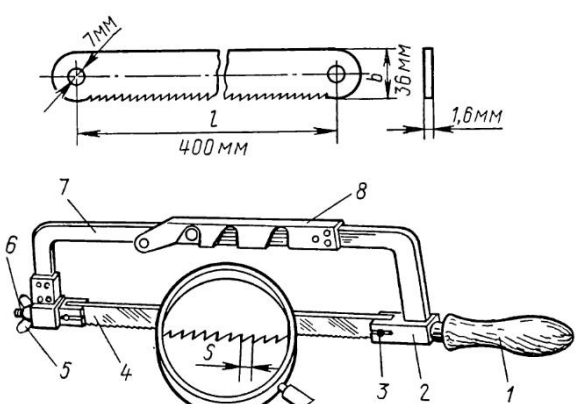



Рис. 1

2. Установить ножовочное полотно в станок. Вставить ножовочное полотно *4* (рис. 1) в прорезь головки станка так, чтобы зубья были направлены от ручки (рис. 2, *а*). Совместить отверстие в головке станка с отверстием в ножовочном полотне и вставить штифт *3* (он не должен выступать из прорези и иметь диаметр, соответствующий диаметру отверстий в полотне и головке станка). Второй конец полотна установить в прорезь натяжного болта *6* (см. рис. 1), совместить отверстия и вставить штифт *3*. Вращая барашек *5* по часовой стрелке, слегка натянуть полотно так, чтобы не выпадали штифты.

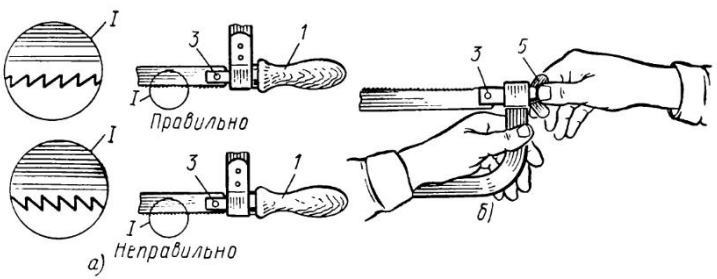



Рис. 2

3. Натянуть ножовочное полотно вращением без больших усилий барашка *5* тремя пальцами правой руки (рис. 2, *б*). Проверить степень натяжки легким нажатием пальца на полотно сбоку: если полотно не прогибается, то натяжка достаточная. В н и м а н и е! При натяжке полотна ножовочный станок надо держать на некотором расстоянии от лица.

4. Положить готовый ножовочный станок на верстак справа от слесарных тисков.

5. Принять рабочее положение при резке ножовкой.

5.1. Установить высоту тисков по росту: правая рука с ножовкой, установленной в исходное положение на губки тисков, согнутая в локтевом суставе, должна образовать прямой угол (90°) между плечом и локтевой частью руки (рис. 3, *а*).

5.2. Встать перед тисками свободно и устойчиво, вполоборота по отношению к губкам тисков или к оси разрезаемого предмета.

Развернуть корпус влево от тисков под углом 45° (рис. 3, *б*). Выставить левую ногу вперед и на нее опе-

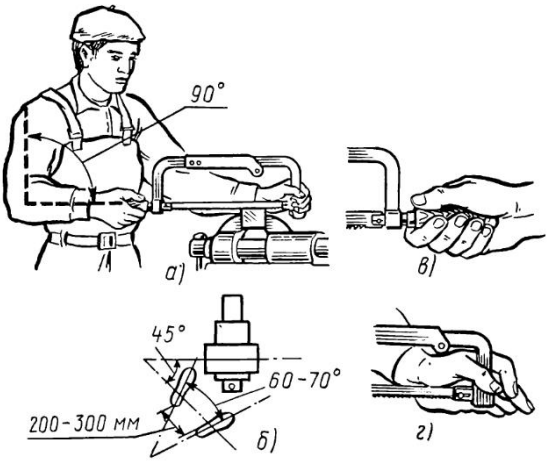



Рис. 3

реть корпус. Повернуть правую ногу по отношению к левой на угол 60—70° и поставить так, чтобы расстояние между пятками было 200—300 мм (рис. 3, *б*).

5.3. Взяться пальцами правой руки за ручку ножовочного станка: большой палец наложить сверху, остальными пальцами поддерживать рукоятку снизу, упереть конец ручки в ладонь (рис. 3, *в*) и захватывать рукоятку так, чтобы конец ее выходил за пределы кисти.

**Внимание!** Нельзя вытягивать указательный палец вдоль руки, так как это может привести к травме руки.

5.4. Держать рамку ножовки левой рукой так, как показано на рис. 3, *г*. Четырьмя пальцами охватывать барашек и натяжной болт, а не одну только рамку станка, так как в этом случае тяжело устранять покачивание ножовочного станка во время работы.

## II. Резка металла ножовочным полотном (ножовкой)

### Резка круглого мягкого металла

1. Нанести мелом линию разреза. Закрепить пруток диаметром 20 мм в губках тисков так, чтобы линия разметки находилась на расстоянии 15—20 мм от них.

2. Сделать в месте разрезания трехгранным напильником пропил глубиной 1,5—2 мм.

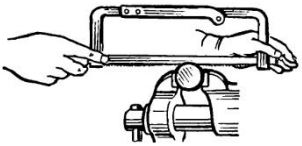


Рис. 4

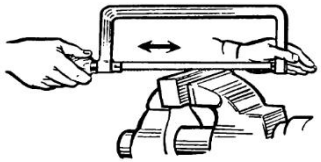


Рис. 5

3. Взять ножовочный станок в руки. Принять правильную рабочую позу. Поставить горизонтально ножовочное полотно с крупными зубьями (16—18 зубьев на дюйм) в пропил.

4. Разрезать металл путем возвратно-поступательного движения ножовочного полотна на $^3/_4$ и больше его длины (рис. 4). Делать 40—50 рабочих движений в минуту. Нажимать на полотно только при движении его вперед.

5. Закончить разрезание прутка движением ножовки одной правой рукой, обеспечивая устойчивое положение ножовочного станка путем размещения указательного пальца на головке станка. Поддерживать отрезаемый кусок левой рукой.

#### Резка металла квадратного сечения

1. Закрепить заготовку 100×25 мм в тисках так, чтобы она выступала на 15—20 мм над губками тисков и намеченная линия реза была перпендикулярна им.

2. Сделать неглубокий пропил в месте реза трехгранным напильником.

3. Взять ножовку и принять правильное рабочее положение.

4. В начале реза наклонить ножовку от себя (на себя) на 5—10° и по мере врезания ножовочного полотна постепенно уменьшать угол до тех пор, пока рез не дойдет до противоположной кромки заготовки. Затем осуществлять резку при горизонтальном положении ножовочного полотна (рис. 5).

#### Резка тонкостенных труб ножовкой

1. Отметить линию разрезания мелом. Закрепить трубу в тисках в деревянной колодке (рис. 6, *а*) или в специальных зажимах (рис. 6, *б*) так, чтобы линия разметки находилась на расстоянии 15—20 мм от губок

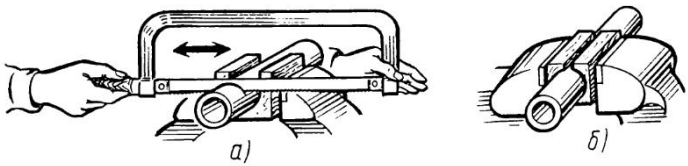



Рис. 6

тисков и не смять трубу. Сделать пропил трехгранным напильником.

2. Вставить и натянуть ножовочное полотно с мелкими зубьями (22—23 зуба на 1 дюйм), соблюдая правила (см. рис. 2, карта 4).

3. В начале резки держать ножовочный станок горизонтально. После захода зубьев в металл наклонять ножовку на себя и, повертывая периодически трубу от себя на угол 45—90°, продолжать резку.

4. Закончить резку, удерживая ножовку одной правой рукой и поддерживая отрезаемый кусок трубы левой рукой.

**Резка пластины ножовочным полотном, повернутым на угол 90°**

1. Подготовить ножовочный станок к работе. Отвернуть барашек и вынуть полотно из станка. Повернуть его на 90° и вставить в прорези хвостовика и натяжного винта. Вставить штифты и натянуть полотно.

2. Закрепить пластину в тисках, располагая место реза сбоку или сверху от губок тисков в зависимости от конфигурации детали (рис. 7).

3. Разрезать пластину по намеченной линии реза, соблюдая все правила резания, указанные выше.

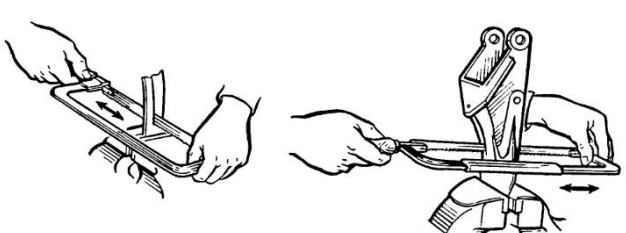


Рис. 7

## III. Резка труб труборезом

1. Отметить мелом место резания по всему периметру трубы. Установить трубу *1* в прижиме *2* между угловой выемкой основания прижима *2* и сухарем *5*, путем вращения рукоятки *3* с винтом *4* (рис. 8).

2. Подвести труборез *8* к месту разрезания.

3. Подвести подвижный ролик *6* до соприкосновения со стенками трубы путем вращения винта-рукоятки трубореза *7* по часовой стрелке.

4. Сделать один оборот труборезом вокруг трубы и проверить линию реза визуально. Если она одинарная и замкнутая — ролики установлены правильно.

5. Повернуть винт-рукоятку трубореза *7* на $^1/_4$ оборота по часовой стрелке (рис. 8).

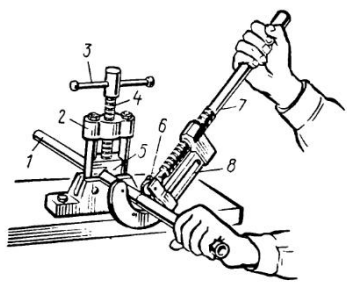


Рис. 8

6. Прорезать трубу по периметру путем движения винта-рукоятки на пол-оборота вокруг трубы от себя вверх и вернуться в исходную точку. Затем от себя вниз и вернуться в исходную точку.

7. После каждого окончания движения по пункту *6* поворачивать винт-рукоятку трубореза *7* на $^1/_4$ оборота до полного отрезания трубы.

8. Место реза смазывать маслом для охлаждения режущих кромок роликов.

Следить за перпендикулярностью трубореза относительно трубы.

Внимание! Отрезанный кусок удерживать левой рукой, а труборез правой, не допуская их падения.

## IV. Резка металла напильником (опиливание)

### Подготовка к резке металла напильником

1. Установить высоту тисков по росту учащегося, используя при этом подставки (решетки) под ноги или изменяя положение высоты подъемных тисков (см. карту 3, раздел I).

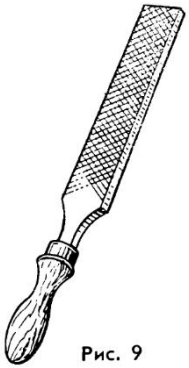


Рис. 9

2. Зажать только усилиями руки пластину размером 200×100×(5—8) мм в губках так, чтобы ее ребро выступало из тисков на 10—15 мм. В исправных тисках этого усилия вполне достаточно для надежного зажатия. Не допускать применения ударов молотка по рукоятке винта тисков, что может привести к срыву резьбы винта.

3. Выбрать профиль напильника в зависимости от конечной формы обрабатываемой заготовки (плоский, круглый, полукруглый, квадратный, треугольный и т. п.).

4. Выбрать драчевый напильник (рис. 9) — плоский тупоносый с насечкой № 0 или № 1, длиной 250—300 мм (напильники с насечкой № 2, № 3 — личные; № 4, № 5 — бархатные), так как пластина вырезана газовой резкой и предстоит освоить начальные приемы опиливания.

#### Усвоение рабочего положения и рабочих движений при резке металла напильником

1. Стоять перед тисками прямо и устойчиво вполоборота к ним и под углом 45° к оси тисков (рис. 10, *а, б*).

2. Поставить ступни ног под углом 60—70°, на расстоянии между пятками 200—300 мм (рис. 10, *б*).

3. Взять правой рукой рукоятку напильника так, чтобы конец ручки упирался в ладонь, большой палец расположить вдоль оси рукоятки, а остальными пальцами охватить рукоятку, прижимая ее к ладони (рис. 10, *в*).

4. Наложить ладонь левой руки поперек напильника на расстоянии 20—30 мм от его конца. Пальцы слегка согнуть, но не свешивать (рис. 10, *г*). Локоть левой руки немного приподнять.

#### Опиливание поверхности ребра пластины

1. Принять рабочую позу, наложить напильник на ребро пластины так, чтобы он занял строго горизонтальное положение.

2. Двигать напильник обеими руками, строго гори-

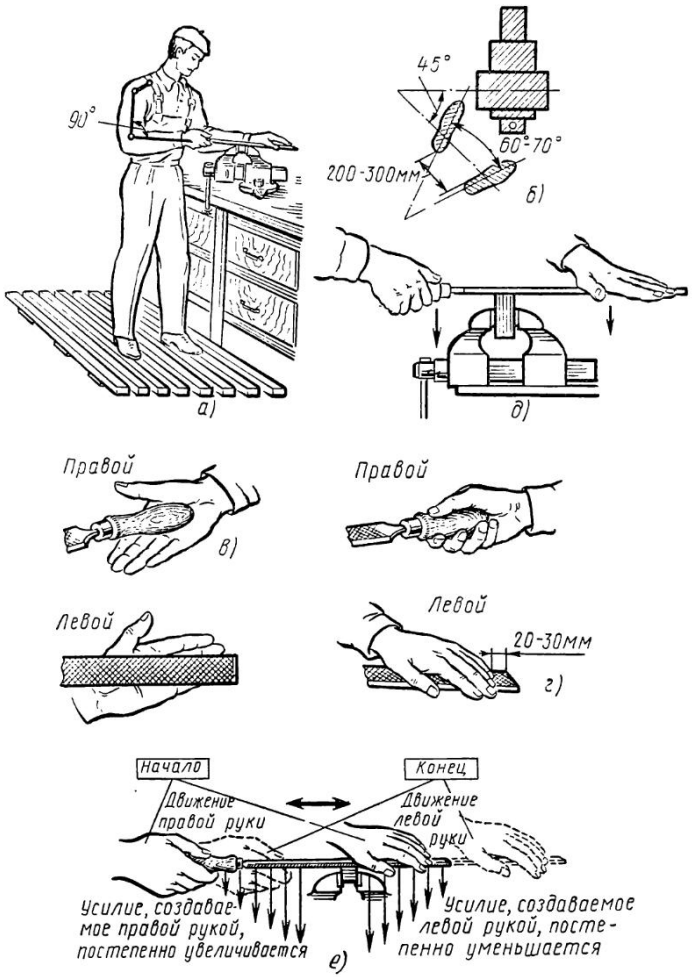



**Рис. 10**

зонтально и плавно вперед (рабочий ход) и назад (холостой ход).

3. Нажимать на напильник только при рабочем ходе, строго соблюдая распределение усилий нажима на него правой и левой руками (балансировка) (рис. 10, *д*): в начале рабочего хода основной нажим выполнять левой рукой, правой — поддерживать напильник в горизонтальном положении; в середине рабочего хода усилие

нажима одинаково для обеих рук; в конце рабочего хода выполнять нажим правой рукой, а левой поддерживать напильник в горизонтальном положении (рис. 10, *е*).

4. Корпус тела слегка наклонять в сторону тисков в конце рабочего хода, делая упор на левую ногу.

5. Выдерживать частоту движений напильника 40—60 движений в минуту.

6. Не отрывать напильник от обрабатываемой поверхности при холостом ходе.

#### Опиливание широких поверхностей продольными штрихами

1. Зажать брусок из стали или чугуна размером 80×80×40 мм в губки тисков так, чтобы плоскость бруска находилась выше уровня губок на 8—10 мм.

2. Принять рабочее положение. Взять плоский тупоносый напильник с насечкой № 1, длиной 300 мм.

3. Опилить поверхность продольными штрихами (вдоль длины пластины), соблюдая правила балансировки (рис. 11, *а*). Удалить с опиленной поверхности опилки щеткой.

4. Освободить брусок из тисков, повернуть его на 90° и снова закрепить так, чтобы обрабатываемой стала поверхность бруска 80×40 мм.

5. Развернуть тиски на 90° и закрепить на верстаке.

6. Опилить поверхность поперечными штрихами (рис. 11, *б*), соблюдая правила балансировки напильником. Удалить с опиленной поверхности опилки щеткой или тряпкой.

7. Освободить брусок из тисков, повернуть на 180° так, чтобы широкая необработанная поверхность оказалась сверху и была приподнята над губками тисков на 8—10 мм.

8. Опилить плоскость перекрестными штрихами, соблюдая правила балансировки напильником: опилить плоскость слева направо, а затем справа налево путем поворота тисков под углом 30—40°; перемещать напильник по диагонали, не сбиваясь ни на поперечное ни на продольное опиливание (рис. 11, *в*).

9. Проверить плоскости после опиливания: удалить с опиленной поверхности опилки щеткой или тряпкой; освободить брусок из тисков; взять правой рукой линейку, левой заготовку; поставить линейку лезвием перпендикулярно проверяемой поверхности так, чтобы

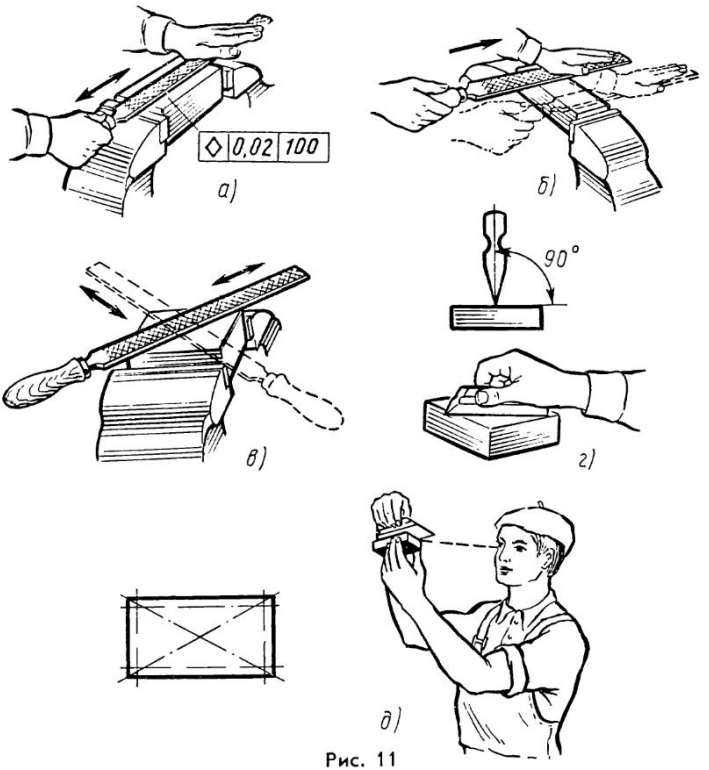



Рис. 11

она перекрывала всю длину поверхности (рис. 11, *г*); повернуться к источнику света, поднять деталь на уровень глаз и проверить поверхности вдоль, поперек и по диагонали (рис. 11, *д*): если просвет равномерный, поверхность опилена правильно.

**Подготовка кромок под сварку путем опиливания их напильником**

1. Выбрать пластину 150×100×(10—12) мм, предварительно обработанную газовой резкой под угол 30°.

2. Установить пластину на ребро скосом справа от губок тисков (рис. 12, *а*) так, чтобы она выступала из губок тисков на 25—30 мм.

3. Взять напильник плоский тупоносый длиной 350—400 мм, с насечкой № 1.

4. Принять рабочую позу и произвести опиливание скоса пластины продольными рисками (по длине пла-

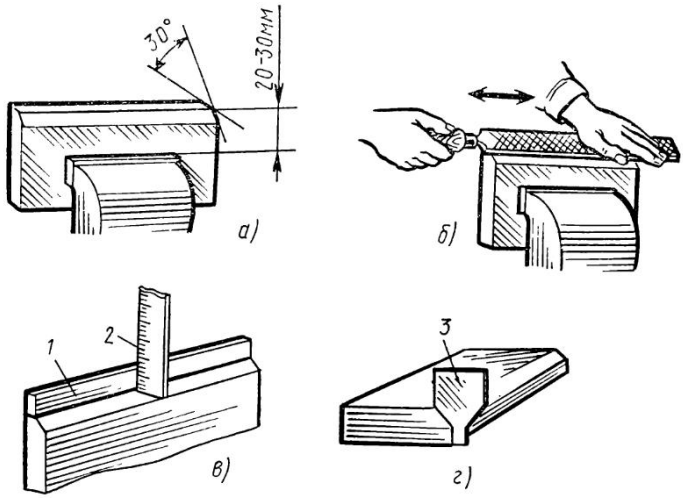



Рис. 12

стины), строго соблюдая правила балансировки напильником (рис. 12, *б*).

5. Удалить с опиленной поверхности опилки щеткой или тряпкой. Освободить, вынуть из тисков и положить пластину на верстак.

6. Проверить подготовку кромок под сварку: прямолинейность — с помощью рейки *1* и линейки *2* (рис. 12, *в*); угол скоса кромки — с помощью шаблона *3* (рис. 12, *г*).

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 5
### РАЗДЕЛКА КРОМОК ПОД ГАЗОВУЮ СВАРКУ, РАЗДЕЛКА УЧАСТКА ШВА С ДЕФЕКТОМ ПОД ПОСЛЕДУЮЩУЮ ЗАВАРКУ

**Учебно-производственные задания.** I — разделка кромок под сварку стыковых соединений, II — разделка участков швов с дефектами под последующую заварку.

**Цель заданий:** научиться безопасно и быстро подготовить металл под сварку и заварку дефектных мест, правильно выбирать способы подготовки металла под сварку (заварку).

**Оснащение рабочего места.** Пост газовой (пламенной) резки, тиски слесарные, тиски машинные, слесарные молотки, зубила, крейцмейсели, драчевые и

личные напильники, ножовки по металлу, кернеры, чертилки, линейки, шаблоны для измерения углов скоса кромок, штангенциркули, раствор мела, кисточка, очки с бесцветными стеклами, металлическая щетка, стальные и чугунные образцы ($180\times60\times\delta$), вырезанные на гильотинных ножницах и газовой резкой, образцы с дефектами сварки.

**Организационные указания.** Разложить инструмент на рабочем месте так, чтобы во время работы не приходилось выполнять лишних движений. Проверить исправность слесарных тисков.

## 1. Разделка кромок под сварку стыковых соединений

### Очистка кромок металлической щеткой

1. Очистить кромки на ширине, равной 15—20 мм (рис. 1, *а*), от ржавчины, масла, окалины, краски и других загрязнений, для чего разместить образец на верстаке или поверхности стола для сварки (рис. 1, *б*), взять металлическую щетку в правую руку, левой рукой прижать образец к поверхности стола и возвратно-поступательными движениями щетки по кромке образца (рис. 1, *в*) очистить поверхность металла до металлического блеска.

Если образец покрыт смазкой с целью консервации, то нужно протереть его технической салфеткой.

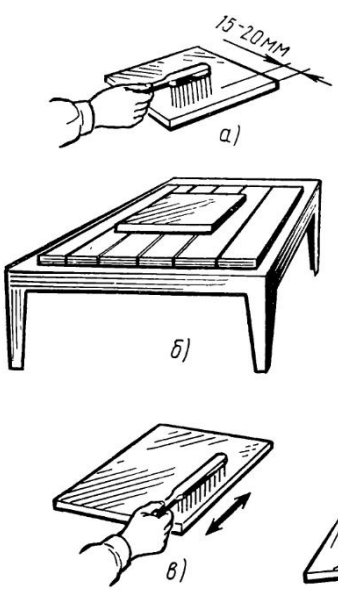



Рис. 1

### Очистка кромок газовым пламенем горелки

Нагреть намеченную к очистке зону пламенем

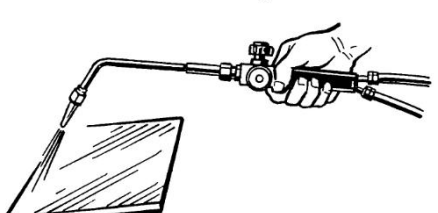


Рис. 2

горелки (рис. 2), удалить окалину и оставшиеся загрязнения металлической щеткой.

**Подготовка металла под сварку с отбортовкой кромок** (толщина металла 0,5—2,0 мм)

1. Провести чертилкой линию, отстоящую от края пластины на 1—2 мм (рис. 3, *а*).

2. Установить образец 180×60×(0,5—2) мм в губки тисков так, чтобы разметочная риска была параллельна губкам тисков и находилась на уровне неподвижной губки (рис. 3, *б*).

3. Расположить тупозаточенное лезвие зубила на подвижной губке тисков перпендикулярно пластине и под углом к ней 70—75° (рис. 3, *в*).

4. Легкими ударами молотка по бойку зубила подогнуть кромку в сторону неподвижной губки тисков (рис. 3, *г*), затем передвинуть пластину и подогнуть оставшуюся часть (рис. 3, *д*). Положить зубило.

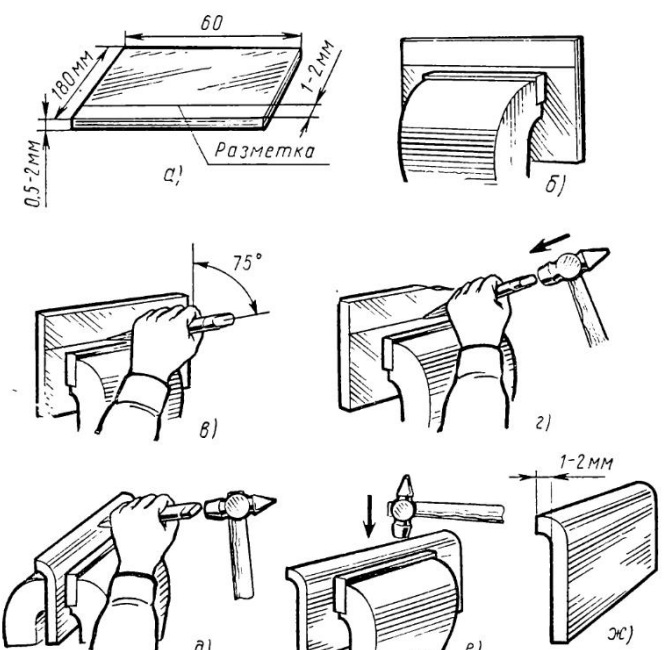



Рис. 3

5. Легкими ударами молотка по подогнутым кромкам загнуть их под угол 90° (рис. 3, *е*). Извлечь образец из тисков.

6. Проверить размеры отбортованной кромки штангенциркулем. Высота отбортовки должна составлять 1—2 мм (рис. 3, *ж*).

**Подготовка кромок под сварку одностороннего и двустороннего стыкового соединения без скоса кромок**

1. Очистить кромки пластин 150×60×(1—4) мм от загрязнений.

2. Проверить перпендикулярность торцевых поверхностей по длине пластины. При необходимости опилить торцы напильником под углом 90° к поверхности.

3. Собрать две пластины встык с равномерным зазором по всей длине в пределах 0,5—2,0 мм (рис. 4) и прихватить газовой сваркой на расстоянии 10 мм от краев листа.

4. Очистить кромки пластин 150×60×(4—8) мм.

5. Проверить перпендикулярность торцов пластин по длине. При необходимости опилить под 90° к поверхности.

6. Собрать стык с равномерным зазором по всей длине в пределах 1—2 мм, используя мерные пластинки. Выполнить прихватки газовой сваркой.

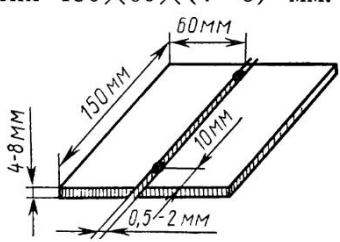


Рис. 4

**Подготовка пластин для последующей сборки под сварку односторонним швом с углом раскрытия 90°**

1. Взять очищенную пластину с прямолинейными гранями размером 150×100×8 мм, положить на разметочную плиту.

2. Нанести риски на расстоянии 6 мм от боковой стороны пластины с двух концов и соединить их прямой линией (рис. 5, *а*).

3. Поставить пластину на ребро, обеспечив устойчивое ее положение или закрепить в губках тисков. Нанести риски на расстоянии 6 мм от поверхности, на которой прочерчена прямая линия. Соединить прямой линией.

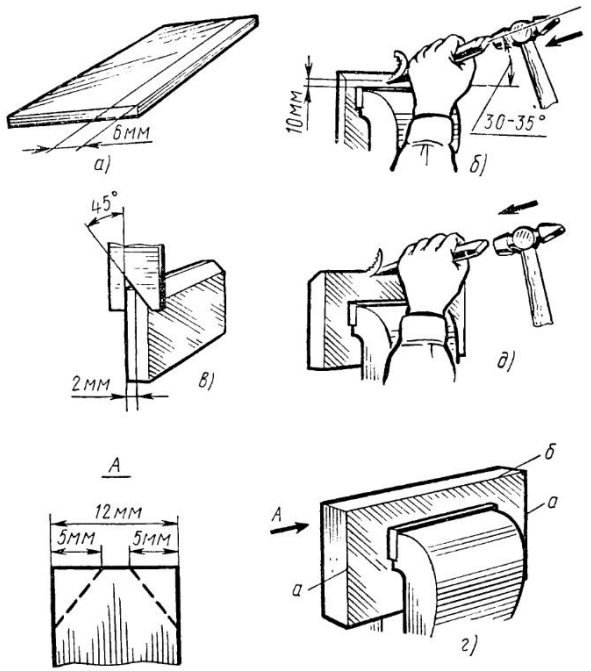



Рис. 5

4. Зажать и выверить заготовку в тисках так, чтобы разметочная линия была параллельна губкам тисков и по уровню выше их на 10—15 мм.

5. Снять зубилом фаску (скос) по всей длине заготовки (рис. 5, *б*).

6. Проверить угол скоса кромки (45°) по шаблону (рис. 5, *в*) и величину притупления кромок (2 мм). Отклонение от прямолинейности $\pm 0{,}5$ мм.

**Подготовка пластины (150×100×12 мм) для сборки под сварку двусторонним швом**

1. Взять пластину и установить в тиски на ребро длинной стороной. Нанести минимум четыре риски на поверхности ребра *б* на расстоянии 5 мм от поверхности *а*. Соединить их прямыми линиями (рис. 5, *г*).

2. Провести прямые линии на боковых гранях *а* на расстоянии 5 мм от поверхности ребра *б*.

3. Установить и выверить заготовку в тисках по

линии разметки. Снять зубилом фаску по всей длине заготовки.

4. Освободить пластину из губок тисков, повернуть ее на 180°, зажать и снять вторую фаску (рис. 5, *д*), что даст возможность получить углы скоса по 45°.

5. Проверить угол скоса (45° с каждой стороны) и величину притупления (2 мм).

**Подготовка пластин под стыковое V-и Х-образное соединение с углом раскрытия 60—70°, размеры образцов 150×60×(5—16) мм**

Разметка под V-образное соединение. 1. Очистить кромки, как показано в карте 5, раздел I.

2. Нанести разметочную риску на расстоянии 1,5—3 мм от края пластины (рис. 6, *а*).

3. Построить угол 30—35° с помощью транспортира (рис. 6, *б*). Совместить основание транспортира *3* с разметочной риской *1*. Удерживая левой рукой основание транспортира *3*, правой рукой поворачивать широкий конец линейки *2* до тех пор, пока указатель линейки — стрелка *4* — не совпадет с делением заданных градусов (в пределах 30—35°).

4. Закрепить линейку шарниром с винтом *5* и чертилкой нанести риску.

**Разметка под Х-образное соединение.** 1. Очистить кромки, как было рассмотрено ранее.

2. Установить пластину в губках тисков.

3. Найти середину пластины в двух крайних точках по длине. Поставить риски. Провести через найденные точки осевую линию (рис. 7, *а*).

4. Отмерить от осевой линии в обе стороны по 1—2 мм и провести риски (рис. 7, *б*).

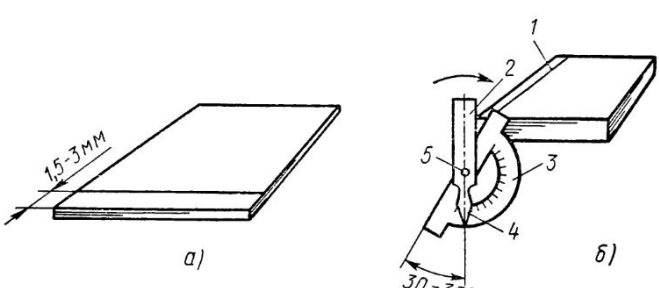



Рис. 6

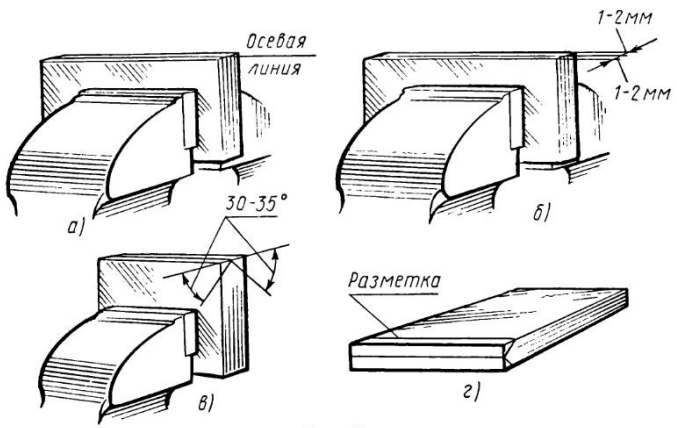



Рис. 7

5. Построить углы по 30—35° и нанести риски (рис. 7, *в*).

6. Освободить пластину из тисков, положить на плоскость: перенести риски на плоскость и нанести между ними риску (рис. 7, *г*), перевернуть пластину и нанести риску на другой стороне.

### Рубка кромок размеченных пластин

1. Установить пластину *1* (пластины), выверить и зажать в губках тисков *2* таким образом, чтобы разметочные риски на боковой (боковых) грани были параллельны губкам тисков и выше их на 10—15 мм (рис. 8, *а*).

2. Принять правильное рабочее положение (см. рис. 1, карта 3); установить зубило под углом 30—35° к горизонтальной плоскости и 45° к оси губок тисков (рис. 8, *б*).

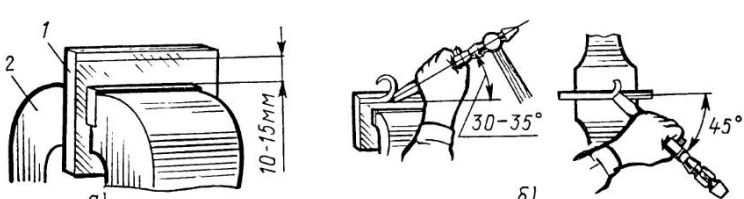



Рис. 8

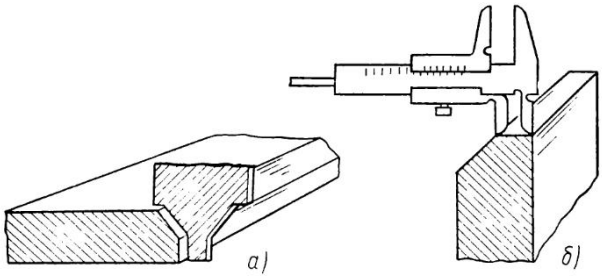



Рис. 9

3. Рубить металл, подлежащий удалению, серединой режущей кромки зубила. Снимать за один проход одинаковый слой металла не более 0,5—1,0 мм, а при чистовой рубке 0,2—0,5 мм.

4. После снятия металла с кромки (кромок) проверить угол скоса шаблоном (рис. 9, *а*), величину притупления — штангенциркулем (рис. 9, *б*).

5. Проверить шероховатость поверхностей после рубки металла, при необходимости зачистить напильником.

#### Сборка соединений под сварку

1. Пластины с подготовленными кромками (очищенные и со скосом) состыковать, расположив их на ровной поверхности. При сборке выдержать одинаковые по всей длине пластин величины зазоров в пределах 2—4 мм.

2. Выполнить прихватку пластин короткими швами. Длину прихваток принимать в зависимости от толщины свариваемых листов — $(3 \div 6)\ \delta$, а расстояние между прихватками — $(20 \div 60)\ \delta$, где $\delta$ — толщина пластин.

### II. Разделка участков швов с дефектами под последующую заварку (образцы 180×120×6)

1. Разместить сваренный образец (наплывы, рис. 10, *а*) на столе сварщика таким образом, чтобы было удобно выполнять рубку металла и образец был ограничен в свободе перемещений (рис. 10, *б*) или зажать в губках тисков.

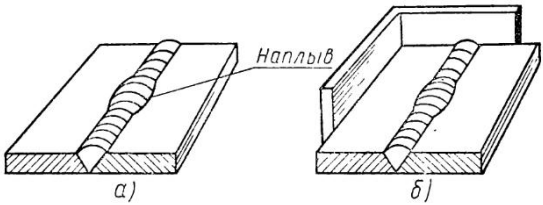



Рис. 10

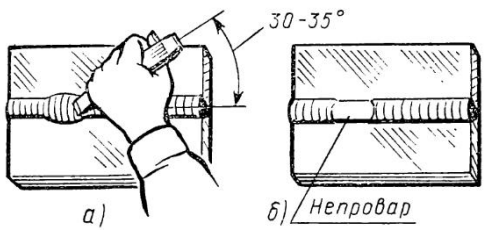



Рис. 11

2. Установить зубило режущей кромкой на начало наплыва под углом 30—35° по отношению к поверхности образца (рис. 11, *а*) и наносить локтевые удары, перемещая зубило вперед.

3. Снять металл наплыва таким образом, чтобы можно было проверить наличие провара (непровара) кромки под дефектом (рис. 11, *б*).

**Непровары** (рис. 12, а), **шлаковые включения** (рис. 12, б), **поры** (рис. 12, в), **кратеры** (рис. 12, г), **участки пережоженного металла** (рис. 12, д)

1. Повторить пункт 1 задания II.

2. Разметить участок, подлежащий вырубке. Длина удаляемого участка должна быть равна длине дефектного места (дефекта) плюс 10—20 мм с каждой стороны (рис. 13). Ширина канавки должна быть по возможности минимальной, но обеспечивающей полное удаление дефекта.

3. Установить крейцмейсель режущей частью (лезвием) на начало вырубаемого места (рис. 14, *а*). Нанося по бойку крейцмейселя легкие удары молотком, наметить след канавки по разметочным рискам (рис. 14, *б*).

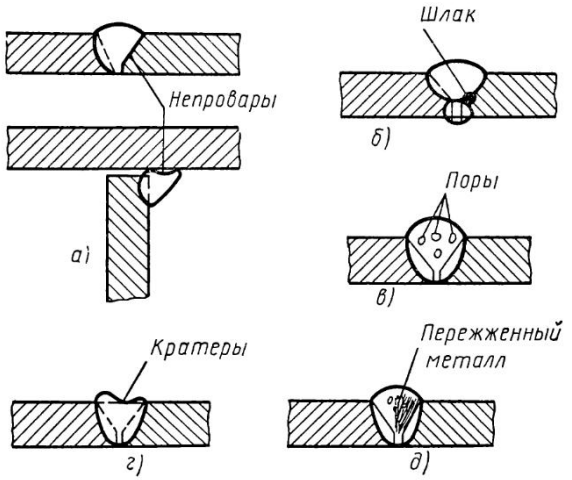



Рис. 12

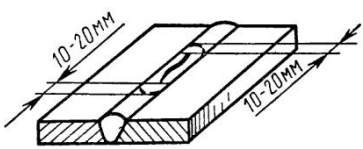



Рис. 13

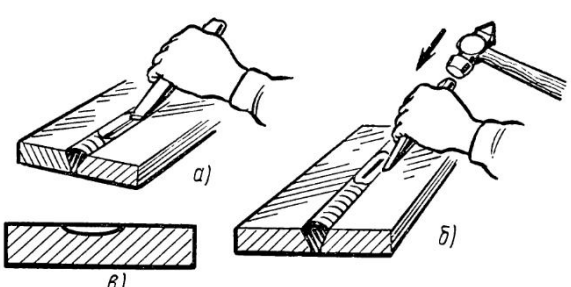



Рис. 14

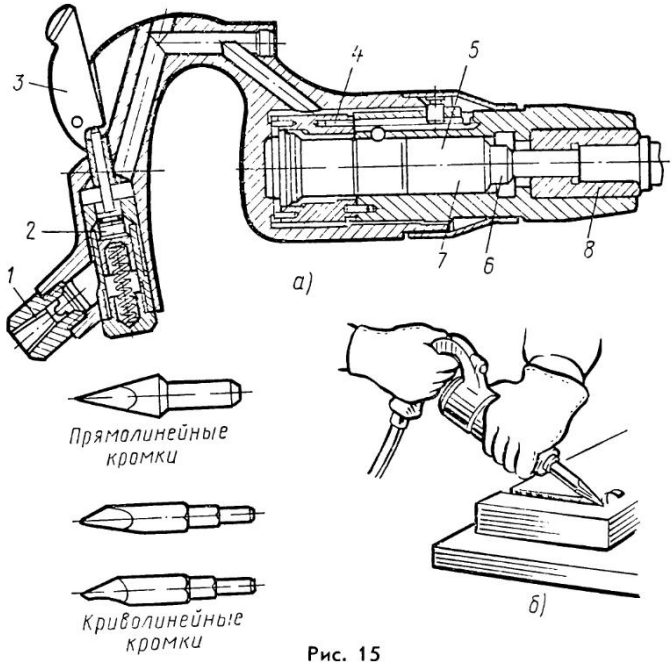



Рис. 15

4. Прорубить канавку сначала от одного, а затем от другого края до середины, оставляя припуск (0,5 мм) для чистовой рубки (толщина стружки за один проход 1—2 мм). Поверхность каждой из канавок (при вырубке всех разновидностей дефектов) должна иметь плавные очертания, без острых углублений и заусенцев (рис. 14, *в*).

5. Последним проходом выполнить чистовую рубку с двух концов, выравнивая неровности и придавая канавке требуемую шероховатость поверхности (толщина стружки 0,5 мм).

6. Проверить качество вырубленной канавки. Убедиться, что весь дефектный участок удален и что форма и размеры подготовленной канавки под заварку дефектного участка могут обеспечить возможность надежного провара.

7. Вырубить канавку пневматическим рубильным молотком (РМ).

7.1. Разметить очертания вырубаемой канавки, и крейцмейселем наметить канавки по разметочным рискам.

7.2. Внимание! Изучить тщательно инструкцию по безопасности работы с молотком.

7.3. Изучить принцип работы и ознакомиться с устройством молотка (рис. 15, *а*): *1* — штуцер, *2* — клапан, *3* — курок, *4* — золотник, *5* — камера рабочего хода, *6* — камера обратного хода, *7* — ударник, *8* — ствол.

7.4. Внимание! Надеть рукавицы и предохранительные очки.

7.5. Взять молоток правой рукой за рукоятку, наложить большой палец на курок, левой рукой охватить конец ствола молотка, направить лезвие зубила (крейцмейселя) на линию рубки под углом 30—35° по отношению к обрабатываемой поверхности (рис. 15, *б*).

7.6. Нажать на пневматический молоток обеими руками, включить молоток нажатием на курок *3*. Вырубить дефектное место, соблюдая форму и размеры канавки.

7.7. После работы перекрыть на трубопроводе кран и отключить молоток от воздушной сети. Аккуратно смотать шланг и положить на хранение.

**Трещины поверхностные**

1. Разметить участок для вырубки канавки (рис. 16, *а*). Отступить от начала и конца трещины на 10—20 мм. Поставить точки керном (рис. 16, *б*).

2. Просверлить по концам трещины канавки на глубину залегания трещины (рис. 16, *в*).

3. Вырубить дефект крейцмейселем-канавочником ручным или пневматическим способом, как описано выше. Рубку выполнять заточенным инструментом таким

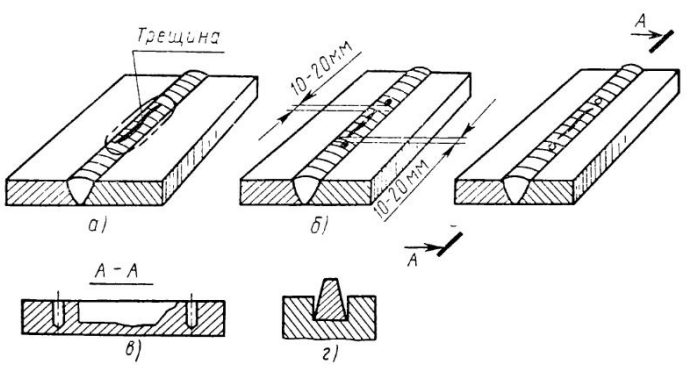



Рис. 16

образом, чтобы его режущая часть была шире его концевой части (рис. 16, *г*). Это даст возможность крейцмейселю проходить в канавке свободно.

4. Проверить отстутствие дефектов в канавке внешним осмотром.

5. Поступить аналогично (перевернуть образец) при разделке дефекта в корне шва.

### Вырубка сквозных трещин в сварном шве

1. Взять сваренный встык образец (200 × 150 × × 10 мм) со сквозной по толщине трещиной (рис. 17, *а*).

2. Зачистить шов стальной щеткой.

3. Выбрать сверло диаметром 5 мм.

4. Поставить керновое углубление *1* в начале трещины так, чтобы после сверления исключить наличие трещины за засверленным местом (рис. 17, *б*).

5. Поставить керновое углубление на расстоянии 5—6 мм от первого углубления и затем через каждые

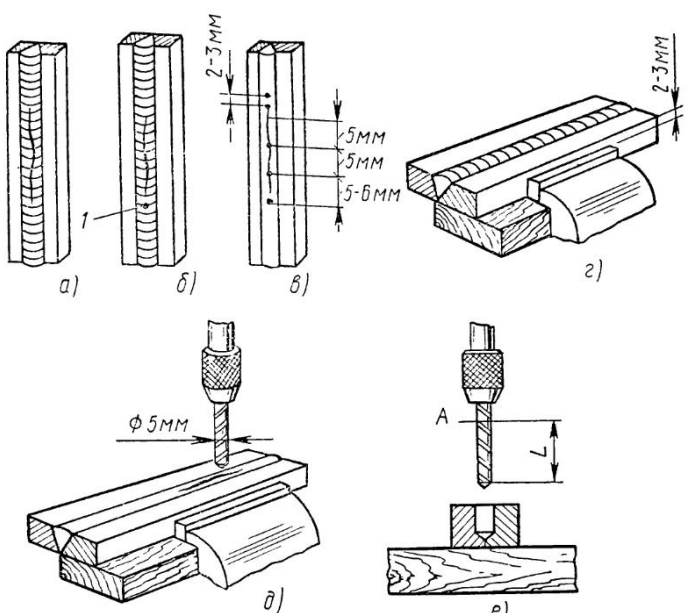



Рис. 17

5 мм до конца трещины. Последнее керновое углубление поставить на расстояние не менее 2—3 мм от конца трещины (рис. 17, *в*).

6. Установить образец в машинные тиски сверлильного станка так, чтобы плоскость образца была перпендикулярна сверлу. Развести губки тисков на ширину зажимаемого образца. Заложить на дно тисков деревянную подкладку и надежно закрепить образец в тисках так, чтобы он плотно опирался на подкладку и на 2—3 мм выступал из губок тисков (рис. 17, *г*), при проверке и установке изделия в тисках удары наносить деревянным или медным молотком. Машинные тиски можно не закреплять на столе станка.

7. Просверлить в образце глухие отверстия на заданную глубину (рис. 17, *д*). Глубина отверстий выбирается в зависимости от толщины металла образца так, чтобы размер притупления соответствовал требованиям подготовки кромок под сварку. Для данного образца притупление должно быть 1,5—3 мм.

Глубину сверления *L* выдерживать по метке *А*, нанесенной на сверле мелом (рис. 17, *е*).

8. Вывести сверло из отверстия. Выключить станок. Измерить глубину просверленного отверстия. При необходимости увеличения глубины отверстия: ввести сверло в отверстие; включить станок; довести сверло до дна отверстия и легким нажатием на ручку сверлильного станка просверлить отверстия на требуемую глубину.

9. Освободить образец из машинных тисков сверлильного станка.

10. Установить образец в слесарные тиски или на массивной плите (наковальне) с упором.

11. Удалить металл с места засверленного дефекта крейцмейселем-канавочником ручным или пневматическим способом рубки, соблюдая правила, изложенные выше.

12. Проверить внешним осмотром чистоту поверхности канавки, плавность перехода к основному металлу.

## ТЕМА. УПРАЖНЕНИЯ В ПОЛЬЗОВАНИИ ГАЗОСВАРОЧНОЙ АППАРАТУРОЙ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 6 ПОДГОТОВКА АЦЕТИЛЕНОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ К РАБОТЕ И ПРАВИЛА ИХ ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Учебно-производственные задания.** I — раскупорка барабанов и транспортировка карбида кальция к посту газовой сварки (резки), II — ознакомление с устройством ацетиленовых генераторов, III — подготовка ацетиленовых генераторов к работе, IV — обслуживание генератора во время работы, V — перезарядка генератора, VI — обязанности газосварщика и газорезчика после окончания работы, VII — возможные неисправности генераторов.

**Цель задания:** научиться открывать емкость с карбидом кальция, подготавливать и эксплуатировать ацетиленовые генераторы, соблюдать технику безопасности.

**Оснащение рабочего места.** Пост газовой сварки (резки), состоящий из ацетиленового генератора с предохранительным затвором или баллона с ацетиленом; баллона с кислородом; редукторов для понижения давления газов, подаваемых из баллонов в горелку (резак); сварочных горелок и резаков; резиновых шлангов для подачи кислорода и ацетилена (пропан-бутана) в горелку или резак; стола для сварки.

Инструменты и материалы: латунный (деревянный) молоток, латунное зубило, очки для защиты глаз сварщика, линейка, карбид кальция, вода.

**Организационные указания.** Проверить наличие оборудования поста, инструмента и материалов.

#### 1. Раскупорка барабанов и транспортировка карбида кальция к посту газовой сварки (резки)

1. Вскрыть барабан зубилом и молотком. Взять латунное зубило в левую руку, в правую — латунный (деревянный) молоток, встать со стороны, обратной продольному шву на барабане (рис. 1, *а*), разместить зубило около вертикальной стенки и легкими ударами по головке зубила вырубить днище по периметру (рис. 1, *б*).

2. Вскрыть барабан специальным ножом. Нанести на место реза слой тавота толщиной 2—3 мм для смазки лезвия *2* специального ножа (рис. 2, *а*) и исключения

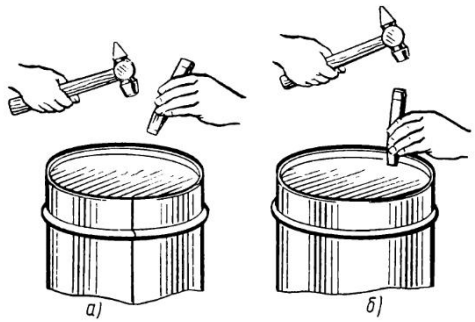



Рис. 1

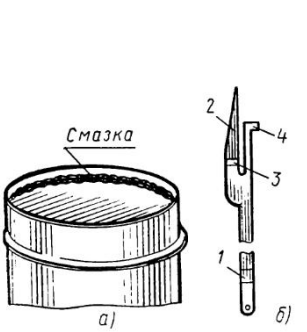



Рис. 2

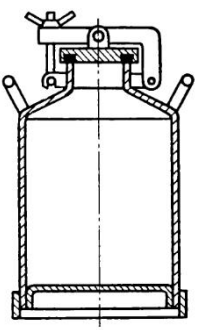


Рис. 3

образования искр при резании. Взять нож за рукоятку *1* правой рукой (рис. 2, *б*), проткнуть лезвием ножа днище около вертикальной стенки, опереться буртом *4* на вертикальную стенку барабана *5* и опорой *3* на крышку барабана *6*; надавливая на рукоятку вниз и перемещая нож вперед, вскрыть барабан.

В н и м а н и е! Барабан разрешается вскрывать на открытом воздухе под навесом.

3. Перегрузить карбид кальция в герметичную тару, например бидон (рис. 3) или другие емкости. Отсортировку кусков от пыли, мелочи и ферросилиция необходимо выполнять в рукавицах и очках с бесцветными стеклами, так как карбидная, известковая пыль вызывает сильное раздражение глаз.

4. Взять герметичную тару (бидон), наложить карбид в количестве, не превышающем расход на одну смену, и перенести к рабочему месту. Допускается, в

виде исключения, подносить карбид кальция в открытой таре (ведре и т. п.) для одноразовой зарядки генератора. При переносе тару необходимо закрывать брезентом или резиной.

## II. Ознакомление с устройством ацетиленовых генераторов

1. Изучить принцип работы и ознакомиться с устройством ацетиленового генератора АНВ-1,25 (рис. 4): *1* — корпус, *2* — реторта, *3* — загрузочная корзина, *4, 11* — контрольные краны, *5* — крышка, *6, 20* — рычаги; *7* — болт, *8* — циркуляционная труба, *9* — рассекатель (шайба), *10* — резиновая прокладка (кольцо), *12* — труба, *13* — камера, *14* — водяной затвор, *15* — ниппель, *16* — пробка, *17* — обечайка, *18* — гайка, *19* — вентиль водяного затвора, *21, 22, 24* — резиновые шланги, *23* — осушитель, *25* — отметка уровня воды, *26* — перегородка, *27* — отверстие для поступления воды, *28* — вентиль воды, *29* — газоотводящая трубка.

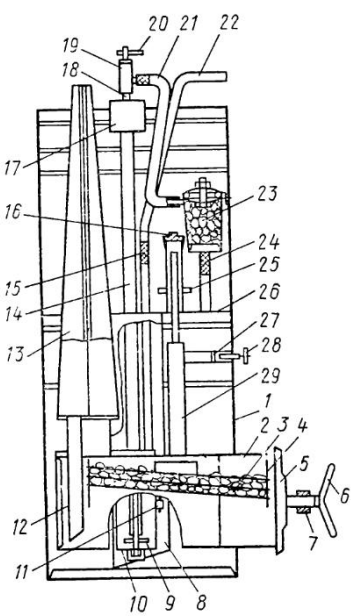



Рис. 4

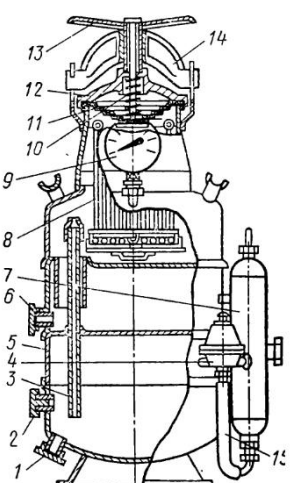



Рис. 5

3. На рис. 5 изображен ацетиленовый генератор АСП-1, 25-6. *1, 6* — штуцера, *2* — контрольная пробка, *3* — переливная трубка, *4* — предохранительный клапан, *5* — корпус, *7* — предохранительный затвор, *8* — загрузочная корзина, *9* — манометр, *10* — пружина, *11* — мембрана, *12* — крышка, *13* — винт, *14* — траверса, *15* — шланг.

## III. Подготовка ацетиленовых генераторов к работе

### Генератор типа АНВ

1. Убедиться в полной исправности корпуса генератора и загрузочных устройств. Внешним осмотром проверить отсутствие дефектов в сварных швах, стенках корпуса и реторты, образующихся в результате коррозии или механических повреждений.

2. Если в результате осмотра какие-либо участки вызывают сомнения, проверить генератор на герметичность (независимо от результатов ежедневных осмотров проводить проверку на герметичность не реже одного раза в три месяца). Способы проверки на герметичность см. в разделе VIII.

3. Проверить чистоту и исправность загрузочной корзины. Прутики должны быть прямыми и стоять друг от друга на равном расстоянии (рис. 6), быть сухими и очищенными от гашеной извести.

4. Установить строго вертикально генератор на открытом воздухе или под навесом на расстоянии не менее 10 м от места сварки (резки) и любого другого источника огня и искр, пешеходных и проезжих дорог.

5. В н и м а н и е! При установке генератора на территории предприятий, строек, во дворах жилых домов и на улицах принять меры, исключающие возникновение искр или зажигания огня на расстоянии не менее 10 м от генератора. Установить на корпусе генератора и вблизи места его установки надписи «Осторожно», «Не курить», «С огнем не подходить».

6. Снять шланг с газоотводящей трубки *21* (от затвора). Закрыть вентиль *28* (см. рис. 4). Залить воду в генератор так, чтобы уровень ее совпадал со специальным указателем в виде крас-

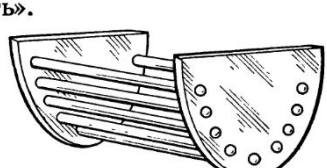


Рис. 6

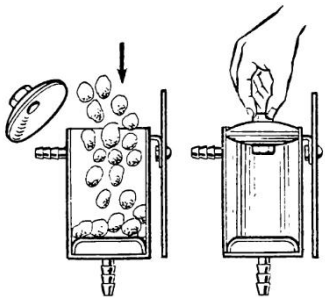


Рис. 7

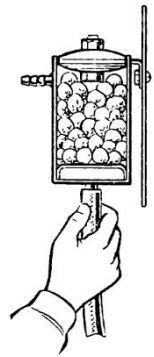


Рис. 8

ной полосы на внутренней стенке корпуса или на одной из труб, или в виде приваренной шайбы, полосы и др.

7. При отрицательной температуре воздуха снять крышку с бачка осушителя (рис. 7), загрузить бачок карбидом кальция грануляции 15/25. Закрыть крышку.

8. Соединить трубкой осушитель и газосборник генератора (рис. 8).

9. Открыть вентиль воды *28* (см. рис. 4) и убедиться, что вода нормально поступает в реторту *2* и сразу закрыть. Проверить, не поступает ли вода в реторту в виде тонкой струи или капель.

10. Загрузить корзину карбидом кальция.

10.1. Грануляция 25/80. Количество карбида кальция определяется требованиями паспорта на данный тип генератора (кг): ГНВ-1,25—4; АНВ-1,25—4; АСМ-1,25-3—2,2; АСМ-1—66—2; АСВ-1,25—3; ГВР-1,25М—4; АСП-1,25-6—3,5; АМВ-1,25—3,5.

В конкретной ситуации количество загружаемого карбида определять в зависимости от применяемого номера наконечника и продолжительности работы (табл. 1).

10.2. Грануляция 15/25 (в случае отсутствия карбида грануляции 25/80). Уложить на прутки корзины сетку с размером ячеек 11 мм. Загрузить карбидом кальция в количестве, не превышающем максимально допустимой величины загрузки для данного типа генератора (рис. 9).

10.3. Грануляция 8/15 или 2/8 (допускается в исключительных случаях с разрешения мастера производ-

*Таблица 1*

| № наконечника горелки | Загрузка карбида кальция, кг | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Продолжительность работ, мин | | | | | | | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 1 | 0,15 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,50 | 0,60 | 0,7 | 0,9 | 1,2 |
| 2 | 0,25 | 0,40 | 0,55 | 0,70 | 0,80 | 1,0 | 1,4 | 1,5 | 2,0 |
| 3 | 0,30 | 0,45 | 0,65 | 0,85 | 1,0 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 |
| 4 | 0,55 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,9 | — | — |
| 5 | 0,60 | 1,2 | 1,7 | 2,3 | 2,8 | 3,4 | — | — | — |

ственного обучения и под его непосредственным наблюдением). Тщательно перемешать кусочки карбида с 5% подогретого до температуры 50° С мазута таким образом, чтобы все кусочки были равномерно покрыты тонким слоем мазута. Уложить карбид на сетку с размером ячеек 9 мм, расположенную на прутках корзины. Максимальное количество загружаемого карбида снизить до 3 кг.

10.4. В н и м а н и е! Загружать корзину карбидной пылью совершенно недопустимо.

11. Взять корзину обеими руками, слегка встряхнуть с целью удаления карбидной пыли. Установить корзину в реторту так, чтобы она встала в реторте без перекоса и чтобы опущенная ее часть расположилась у крышки реторты. При неправильной установке (без наклона) карбид будет смачиваться по всей длине корзины, что вызовет бурную реакцию и сброс ацетилена в атмосферу. Установка корзины с наклоном приводит к преждевременному газообразованию при недостатке воды в реторте. В этом случае, при прекращении отбора газа, количество воды в реторте

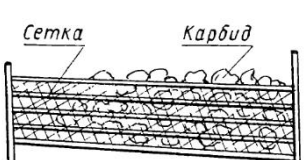



Рис. 10

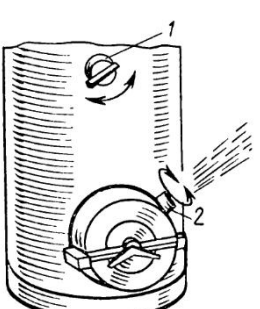



Рис. 9

окажется недостаточным для заполнения вытеснителя и через него произойдет сброс ацетилена.

12. Закрыть реторту крышкой. Взять двумя руками крышку с траверсой, поставить на место и уплотнить ее винтовым зажимом.

13. Удалить воздух из реторты (продуть реторту). Открыть кран подачи воды *1* и кран для продувки реторты *2* (рис. 10). После начала выхода ацетиленовоздушной смеси из реторты через кран для ее продувки перекрыть кран подачи воды. Спустя 10—15 с после прекращения подачи воды в реторту (перекрытия крана) закрыть кран для продувки реторты.

После выполнения вышеизложенных позиций генератор готов к работе.

## IV. Обслуживание генератора во время работы

1. Внимание! Проверить: исправность горелки, предохранительного водяного затвора; надежность подсоединения шланга к водяному затвору и горелке; готовность рабочего места к выполнению работ.

2. Открыть вентиль подачи воды в реторту и убедиться по уровню воды в водосборнике (рис. 11), что генератор работает нормально. При этом давление в генераторе будет равно разности уровня воды в газосборнике и водосборнике ($H$). Такая же разность будет в реторте и вытеснителе ($H_1$). Вода находится близко к отверстию и, поступая по мере необходимости в реторту, смачивает такую часть карбида кальция, которая обеспечивает выработку отбираемого газа.

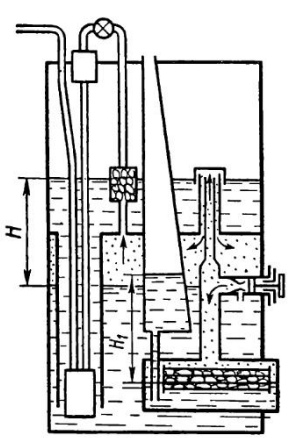


Рис. 11

3. Следить за уровнем воды в водосборнике в процессе работы генератора.

3.1. При временных перерывах в работе (прекращение отбора газа) давление газа в газосборнике и газообразователе повышается и вода из газообразователя перетекает в вытеснитель, прекращается выделение ацетилена. Одновремен-

но вода из газосборника перетекает в водосборник и исключается попадание воды в реторту (рис. 12, *а*).

3.2. Вследствие заиливания карбида кальция (нарушения при подготовке генератора к работе и при эксплуатации) вода в газосборнике оттесняется до нижней кромки циркуляционной трубы и избыток газа выходит из генератора в атмосферу (рис. 12, *б*).

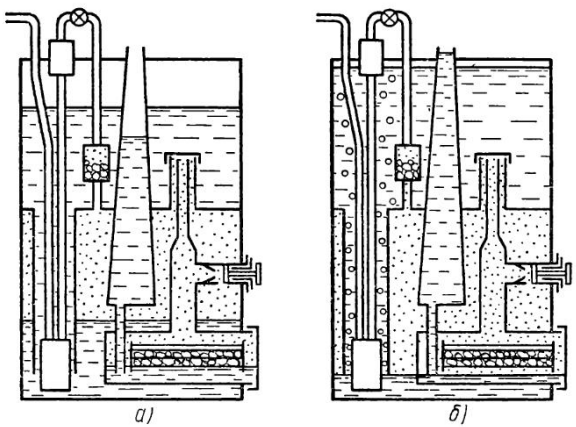



Рис. 12

4. Следить за выработкой в генераторе карбида кальция путем проверки уровня воды в реторте (открывать контрольный кран). На окончание разложения карбида кальция указывает вытекающая вода из реторты (рис. 13). Не допускать попадания в генератор воздуха через открытый водяной затвор (см. рис. 3, карта 7).

5. При эксплуатации аппаратов, не предназначенных для работы в зимних условиях, выполнить следующие работы: залить в генератор подогретую воду, укрыть генератор для предупреждения замерзания в нем воды, поместить водяной затвор в строго вертикальном положении в ведро с горячей водой, шланги и трубы генератора и водяного затвора обмотать теплоизоляционным материалом (например, асбестом), установить (если это возможно) водяной затвор в отапливаемом помещении, соединив его с генератором шлангом.

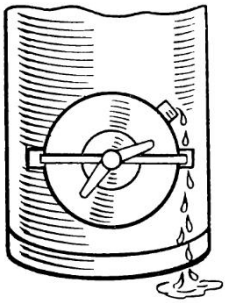


Рис. 13

6. В случае замерзания аппарата перевезти его к месту обогрева, избегая толчков и ударов; отогреть естественным путем или используя горячую воду (пар).

Внимание! Категорически запрещается применять для отогрева открытое пламя.

7. Во время эксплуатации не оставлять без надзора генератор и карбид кальция во избежание возможного взрыва от случайно брошенной спички или непогашенной сигареты или папиросы (окурка).

8. Прекратить работу генератора.

8.1. При каждом обратном ударе, в результате которого произошел выброс воды в водяном затворе или сорвало шланг у газосварочного инструмента или затвора. Осмотреть и долить воду в водяной затвор.

8.2. При обнаружении каких-либо механических повреждений в генераторе последующая загрузка в него карбида не допускается. Генератор отправить в ремонт и на испытание.

9. Внимание! Категорически запрещается проводить даже мелкие работы (например, подтягивание сальниковой гайки) во время работы генератора. При обнаружении каких-либо дефектов немедленно поставить об этом в известность мастера.

## V. Перезарядка генератора

1. Загрузить корзину, находящуюся в генераторе.

1.1. После полного разложения ранее загруженного карбида (через контрольный кран, расположенный на реторте, идет вода; ацетилен не поступает в горелку; генератор работал без каких-либо сбоев) необходимо: перекрыть кран подачи воды в реторту, открыть кран продувки реторты, открыть крышку и вынуть загрузочное устройство (рис. 14).

1.2. При остатке в корзине большого количества карбида кальция (обнаружены какие-либо повреждения генератора или отсутствие возможности полной выработки карбида кальция) необходимо: разложить остаток карбида, выпуская ацетилен небольшими

порциями через кран продувки реторты; наблюдать, чтобы в радиусе 10 м не было источников огня, искр, курящих людей. Доработать карбид путем сжигания ацетилена через резак или горелку.

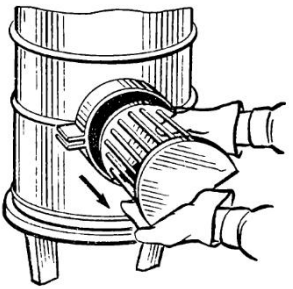


Рис. 14

1.3. При остатке в корзине карбида и невозможности доразложения его в генераторе (засорилась или сломалась система подачи воды) необходимо: дать остыть генератору в течение не менее 1 ч; снизить давление в газообразователе (реторте) и газосборнике до атмосферного, как рекомендовано выше; вынуть загрузочное устройство. При наличии инертного газа целесообразно подавать его под небольшим давлением в реторту.

Внимание! Разгрузка генератора при таких обстоятельствах особенно опасна. После того как будет открыта крышка, в реторту поступает воздух и образует взрывоопасную смесь. Одновременно карбид кальция может нагреться (особенно при его заиливании) до температуры, достаточной для воспламенения ацетиленовоздушной смеси. Если произойдет воспламенение смеси (не были приняты указанные выше меры предосторожности), необходимо немедленно удалить загрузочную корзину с остатками карбида на расстояние не менее 10 м от генератора и погасить пламя сухим песком или землей.

2. Загрузить генератор для повторной работы.

2.1. Промыть загрузочную корзину водой и обтереть (рис. 15, *а*). При значительном налете засохшей извести очистить корзину скребком (рис. 15, *б*).

Рис. 15

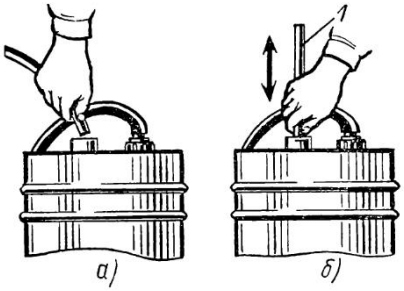



Рис. 16

2.2. Загрузить корзину свежим карбидом кальция. Допускается использовать оставшиеся недоразложившиеся куски карбида после их полного остывания. Если использовать неразложившийся карбид кальция нет возможности, то разложить его в отдельной таре, заполненной водой в количестве не менее десятикратной массы оставшегося карбида кальция.

2.3. Промыть и очистить реторту и вытеснитель от налетов извести. Залить воду через вытеснитель (рис. 16, *а*), очистить стенки и дно вытеснителя латунным прутком или деревянным стержнем *1* (рис. 16, *б*). То же проделать со стенками реторты.

2.4. Сменить карбид кальция в осушителе (при работе в зимнее время). Снять осушитель с корпуса генератора, снять крышку, удалить остатки карбида и известь в виде порошка, засыпать свежим карбидом кальция грануляции 15/25, закрыть крышку и поставить осушитель на место.

Необходимо помнить, что оставшаяся порошкообразная известь может привести к заиливанию новой порции карбида кальция, плохой осушке ацетилена и, как следствие, к замерзанию воды в трубах и шлангах.

2.5. Залить воду до уровня контрольной шайбы при снятом шланге, соединяющем генератор с предохранительным затвором.

2.6. Проверить поступление воды в реторту. Вставить загрузочное устройство, закрыть крышку и запустить генератор в работу, соблюдая правила, рассмотренные ранее (см. рис. 7).

**Генератор типа АСП-1,25-6**

1. Повторить пункты 1—*5* задания IV.

2. Залить воду в генератор через горловину (крышка с загрузочным устройством и пробка с контрольного

отверстия сняты, рис. 17). Вода первоначально накапливается в вытеснителе *II* газообразователя *I*, достигает верхнего уровня переливной трубки *3* и, переливаясь, заполняет промыватель *III* по уровень контрольного отверстия *2*.

3. Загрузить корзину карбидом кальция грануляции 25/80 в количестве не более 3,5 кг (рис. 18). Карбид кальция укладывать ровными слоями, не утрамбовывая, так как загрузка карбида кальция в генератор больше нормы, указанной в инструкции для данного аппарата, приводит, как правило, к заиливанию, местному перегреву, сбросу ацетилена в процессе отбора газа и особенно в период перерыва в отборе ацетилена.

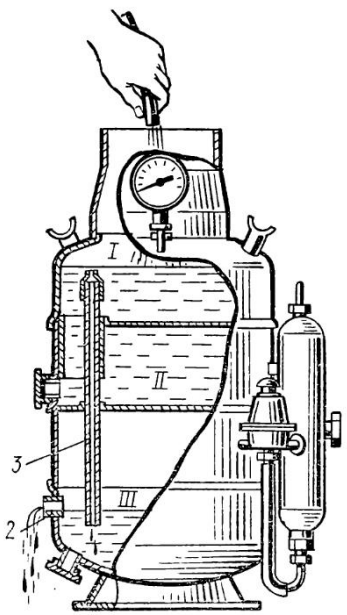



Рис. 17

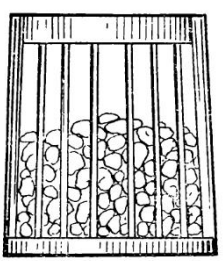


Рис. 18

Не загружать большие куски карбида кальция, так как они не успевают разложиться в период работы генератора, создают повышенную опасность и затруднения при перезарядке ацетиленового генератора.

4. Еще раз убедиться в исправности пружины *10*, мембраны *11*, крышки *12*, винта *13*, траверсы *14* (см. рис. 5).

5. Поднять загрузочное устройство за траверсу и слегка встряхнуть (рис. 19, *а*) с целью удаления из корзины случайно попавшей карбидной пыли и мелочи. Резко встряхивать не рекомендуется, так как это приведет к значительному уплотнению карбида, в резуль-

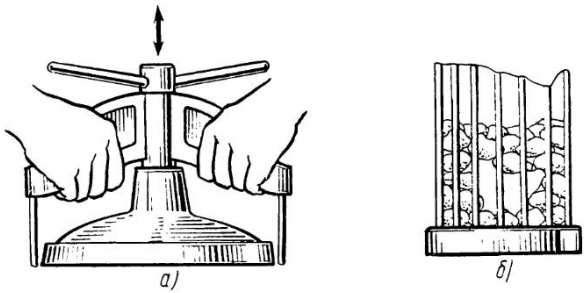



Рис. 19

тате чего возможно образование сводов (рис. 19, *б*) в процессе разложения карбида и нарушения работы генератора.

6. Опустить осторожно, без особых усилий, корзину *8* в генератор так, чтобы траверса своими отверстиями оделась на направляющие *15*; мембрана *11* с крышкой *12* правильно без перегибов расположилась на кромках горловины корпуса (см. рис. 5). При этом нижние слои карбида кальция приходят в соприкосновение с водой и начинается выделение ацетилена, который выходит через неплотности между мембраной и горловиной, вытесняя из газообразователя находящийся в нем воздух (осуществляется продувка газообразователя).

7. Уплотнить крышку *12*, вращая винт *13* по часовой стрелке. Давление в генераторе поднимется (отбор ацетилена отсутствует), что можно определить по стрелке манометра *9*. Пружина *10* сожмется под действием давления газа на мембрану *11* и разложение карбида прекратится (см. рис. 5).

8. При установившемся режиме сварки (резки) часть карбида кальция смачивается и газообразование идет непрерывно (рис. 20, *а*); при прекращении отбора газа (сварки) давлением газа вода оттесняется от карбида и газообразование прекращается; при чрезмерном повышении давления газ сбрасывается через предохранительный клапан (рис. 20, *б*); зависание карбида кальция (рис. 20, *в*) не позволяет выработать весь карбид кальция и осложняет перезарядку ацетиленового генератора.

9. Обслуживание генератора во время работы.

9.1. Наблюдать за давлением ацетилена по показаниям манометра. Если давление в аппарате под-

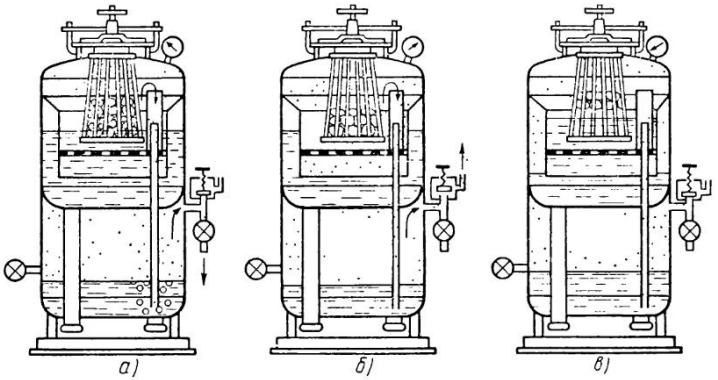



Рис. 20

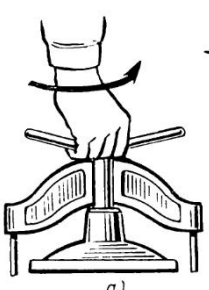
нимается выше, чем допускается паспортом на данный генератор (для рассматриваемого генератора 0,07 МПа), а предохранительный клапан не срабатывает, необходимо оттянуть шток *1* клапана *2* (рис. 21) и сбросить газ небольшими порциями до давления 0,06—0,065 МПа.

В н и м а н и е! Наблюдать, чтобы в радиусе 10 м не было источников огня, искр, курящих людей.

9.2. Не допускать попадание в генератор воздуха. Следить за герметичностью всех соединений.

9.3. Следить за полной выработкой в генераторе карбида кальция по падению давления в аппарате. Однако давление может понизиться и при наличии в генераторе достаточного количества карбида кальция в случае его заиливания или зависания в загрузочном устройстве (см. рис. 20, *в*). Поэтому степень

Рис. 21



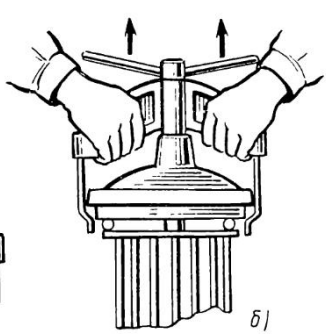




Рис. 22

израсходованного количества карбида кальция следует контролировать по продолжительности работы и количеству расходуемого ацетилена (см. табл. 1), что легко осуществить, имея навык работы на данном ацетиленовом генераторе.

9.4. Выполнить правила обслуживания, изложенные в карте 6, задание IV, п. 5—9.

10. Перезарядка генератора.

10.1. После разложения ранее загруженного карбида кальция снизить давление в генераторе, выпустив оставшийся ацетилен в атмосферу и только после этого вынуть загрузочное устройство.

Внимание! Необходимо помнить, что в генераторе всегда могут оставаться неразложившиеся кусочки карбида кальция, поэтому разгрузку рекомендуется проводить по истечении нескольких минут после окончания отбора ацетилена.

10.2. Освободить крышку, ослабив винт (рис. 22, *а*). Взяться за траверсу обеими руками и вынуть загрузочную корзину (рис. 22, *б*).

10.3. Промыть загрузочную корзину водой и очистить от налипшей извести. Оставить для высыхания.

10.5. Слить ил из генератора, для чего открыть отверстие *1* (см. рис. 5), сняв пробку и слить ил в емкость. Тщательно промыть газообразователь *I* и вытеснитель *II* от налета извести. Открыть отверстие *6* (см. рис. 5) и слить иловую воду из промывателя, закрыть пробку.

10.5. Залить в аппарат свежую воду, для чего снять пробку *2* (см. рис. 5) и залить воду по уровень контрольного отверстия; закрыть пробку.

10.6. Загрузить корзину свежим карбидом кальция. Поместить загрузочное устройство в генератор и проделать операции, изложенные выше.

## VI. Обязанности газосварщика и газорезчика после окончания работы

1. По окончании работы генератор разгрузить, слить воду из генератора и затвора, промыть загрузочное устройство и газообразователь, как указывалось выше.

Внимание! Помнить, что после окончания разгрузки в генераторе всегда остается некоторое количество ацетилена, поэтому рекомендуется некоторое

время выдержать аппарат с открытыми пробками, крышками.

2. Поместить промытый генератор и герметически закрытую тару с карбидом кальция в специальное место, расположенное не ближе 10 м от возможного источника огня или искр и исключающее доступ к генератору посторонних лиц. Генераторы рекомендуется хранить с открытыми крышками.

3. Слить собранный за день ил из бачка в иловую яму или в специально приспособленный для этой цели ящик. Прежде, чем перелить ил, его необходимо перемешать, чтобы полностью разложить остатки карбида кальция.

Внимание! Категорически запрещается розлив карбидного ила по территории, где установлен генератор, а также слив его в канализацию или устройства для приема сточных вод и в водоемы.

4. Разложить оставшуюся карбидную пыль и мелочь на открытом воздухе в сосуде, залитом водой в количестве не менее 8 л на 1 кг пыли и мелочи. Засыпать пыль и мелочь в воду мелкими порциями и перемешивать. Сосуд должен быть расположен на расстоянии не менее 10 м от огня и нагретых предметов и с таким расчетом, чтобы выделяющийся ацетилен не мог попасть в производственные здания или жилые помещения, всасываться компрессорами.

## VII. Возможные неисправности генераторов

В процессе обслуживания часто встречаются две неисправности: повышение давления выше допустимого и генератор не обеспечивает паспортной производительности.

1. Независимо от конструкции генераторов давление может повышаться при загрузке карбида кальция больше максимально допустимого количества, использовании карбида кальция с размером куском менее 25 мм, засыпке карбида кальция в грязные, сырые или самодельные корзины, резком прекращении отбора газа после выработки, превышающей паспортную производительность, установке генератора не вертикально.

Кроме того, при следующих нарушениях правил обслуживания генераторов: залито воды в генератор выше установленного уровня; не закрыт своевременно кран для продувки реторты и в реторту поступило

избыточное количество воды (генератор типа АНВ); корзина установлена в реторту с перекосом или поднятая часть прутков корзины обращена к крышке реторты (АНВ); при плохом уплотнении крышки (генераторы среднего давления).

2. Наблюдаются случаи, когда в генераторе имеется карбид кальция, а производительность его резко падает или подача газа совсем прекращается. Это обусловлено следующими причинами: загружен карбид кальция мелкой грануляции (во всех типах генераторов), что приводит к заиливанию, а в генераторах, работающих по системе «вытеснение воды», кроме того, к зависанию карбида кальция в верхней части корзины; карбид кальция загружен в неочищенные от ила, мокрые или самодельные загрузочные устройства; вода залита ниже установленной отметки; при заполнении водой не был снят шланг, соединяющий генератор с затвором, вследствие чего в газосборнике осталась вода (АНВ); после выработки полной загрузки карбида кальция воду в генераторе не сменили (АСП); засорены или забиты илом кран и трубка, по которым в реторту поступает вода (АНВ); при пуске генератора в реторту залито недостаточное количество воды (АНВ); в загрузочное устройство снизу положены крупные куски карбида кальция; куски карбида кальция не доходят до дна корзины (АСП).

В генераторах типа АНВ наблюдаются случаи сброса газа в атмосферу через вытеснитель при небольшом давлении в аппарате; это возможно, когда при запуске генератора в работу слишком рано прекращена подача воды в реторту.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 7
## ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЗАТВОРЫ И КЛАПАНЫ

**Учебно-производственные задания.** I — ознакомление с устройством жидкостных и сухих предохранительных затворов, II — правила эксплуатации жидкостных предохранительных затворов.

**Цель заданий:** научиться обслуживать предохранительные затворы и клапаны так, чтобы исключить любые отклонения в работе поста газопламенной обработки.

## 1. Ознакомление с устройством жидкостных и сухих предохранительных затворов

1. Дать определение предохранительного затвора.

2. Изучить принцип работы и ознакомиться с устройством водяного предохранительного затвора ЗСП-8-75 (рис. 1): *1* — ниппель, *2* — гайка, *3* — рассекатель, *4* — контрольный кран, *5* — корпус, *6, 10* — пробки, *7* — колпачок, *8* — шариковый клапан, *9* — штуцер, *11* — тройник, *12* — газоотводящая труба.

3. Изучить принцип работы и ознакомиться с устройством сухого предохранительного затвора ЗСА-1 (рис. 2): *1* — штуцер, *2* — внутренний корпус, *3,6* — гайки, *4* — пламегасящий элемент, *5* — фиксирующие шарики, *7* — втулка, *8* — мембрана, *9* — пламеотбойник, *10* — седло, *11* — подвижный шток, *12, 13* — пружины, *14* — отсечной клапан, *15* — шток.

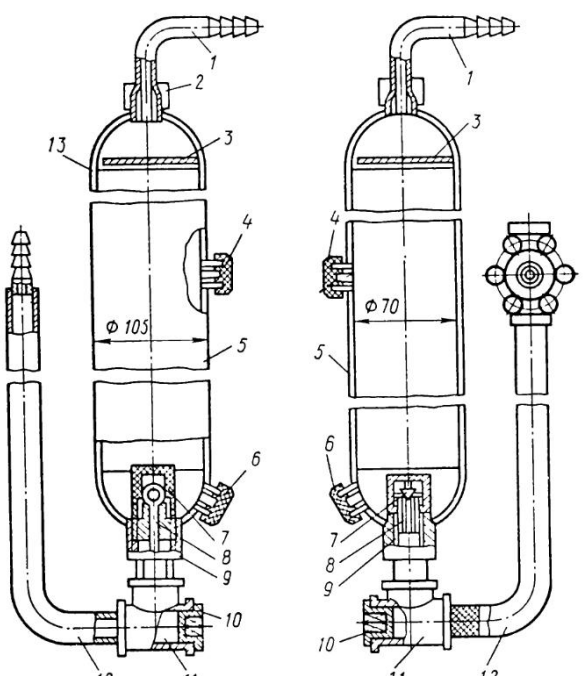



Рис. 1

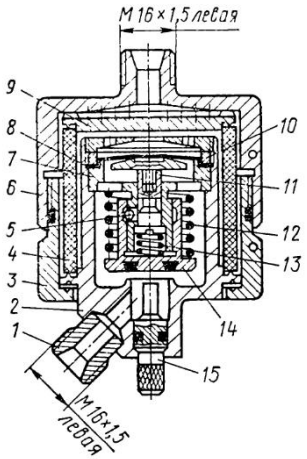



Рис. 2

4. Где устанавливаются и для чего нужны предохранительные затворы?

5. Какие жидкости и материалы используются в предохранительных затворах?

## II. Правила эксплуатации жидкостных предохранительных затворов

### Водяной затвор низкого давления

1. Проверить исправность корпуса *1* (рис. 3, *а*), подводящей трубки *2*, защитной трубки *3*, воронки *5*, разобщительного крана (вентиля) *6*, ниппеля *8*, газоотводящей трубки с ниппелем *9*, контрольного крана *11*, надежность крепления крышки *14*, перегородки *4*.

2. Установить затвор вертикально. Открыть контрольный кран *11* и разобщительный кран *6*.

3. Залить воду в затвор через воронку *5* до уровня контрольного крана (вода должна выливаться через кран, рис. 3, *б*).

4. Закрыть контрольный кран *11* и разобщительный кран *6* (рис. 3, *в, г*).

5. Соединить водяной затвор с генератором и горелкой.

5.1. Надеть шланг, идущий от ацетиленового генератора, на ниппель *8*, а шланг от горелки — на ниппель газоотводящей трубки *9*.

5.2. Внимание! Никакие дополнительные крепления шланга не допускаются.

6. Подать ацетилен в водяной затвор и в горелку (резак).

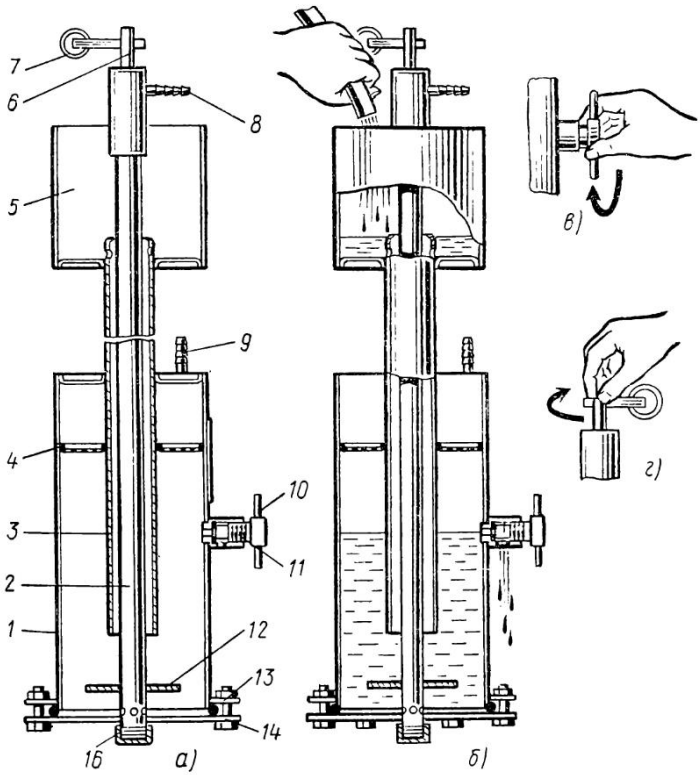



Рис. 3

6.1. Открыть вентиль *6*, вращая маховичок *7* против часовой стрелки. Газ по газоподводящей трубке *2* пройдет в корпус *1* и через воду в корпусе поступит в горелку (рис. 3).

7. В процессе эксплуатации проверять уровень жидкости в затворе не реже чем один раз в два часа, а также при каждой перезарядке генератора.

7.1. Перекрыть вентиль *6*.

7.2. Открыть контрольный кран *11*. Если вода не течет из крана, то ее необходимо долить.

В н и м а н и е! Следует помнить, что наиболее опасным является недостаток воды в корпусе водяного затвора, так как в случае обратного удара затвор не задерживает распространение взрывной волны и она проникает в генератор, что неизбежно приводит к его взрыву.

Избыток воды приводит к уносу ее проходящим ацетиленом. Вода попадает в шланги, создает водяные пробки, препятствующие нормальному прохождению газа; в зимних условиях вода замерзает и выход газа из аппарата прекращается. Вода попадает в пламя и снижает его температуру.

8. При работе в условиях отрицательной температуры окружающей среды затворы рекомендуется заливать раствором этиленгликоля или глицерина, антифризом на основе этиленгликоля и помещать в ведро с горячей водой (обязательно в строго вертикальном положении). Замерзший затвор отогревать только паром или горячей водой.

9. Удалить воздух из водяного затвора и шлангов. Открыть вентиль ацетилена на горелке на несколько секунд и выпустить взрывоопасную воздушно-ацетиленовую смесь в воздух.

10. Если произошел обратный удар (рис. 4).

10.1. Немедленно перекрыть вентиль, т. е. прекратить доступ ацетилена в водяной затвор.

10.2. Убедиться (внешним осмотром), что затвор не имеет механических повреждений.

10.3. Проверить уровень воды в затворе путем открывания контрольного крана *11* при вертикальном положении затвора.

10.4. Долить воду в корпус затвора и закрыть контрольный кран.

11. Если в результате обратного удара произошел выброс воды из затвора, сорвало шланг у затвора (рис. 5) или горелки, то затвор отсоединить от генератора и горелки.

11.1. Затвор разобрать и осмотреть его внутри (см. рис. 3, *а*). Открутить гайку *13*, соединяющую крышку с корпусом, и заглушку *16* (рис. 6, *а*). Отвести корпус вверх, осмотреть шайбу-рассекатель *12* и в случае ее деформации (рис. 6, *б*) — приварить новую (рис. 6, *в*).

11.2. Осмотреть все сварные швы.

11.3. Собрать затвор в обратной последовательности (рис. 6, *г*).

12. Испытать предохранительный затвор на прочность и плотность.

12.1. Закрыть разобщительный кран *6* (см. рис. 3, *а*).

12.2. Подсоединить шланг от источника воздуха или азота к ниппелю газоотводящей трубки *9* (см. рис. 3, *а*).

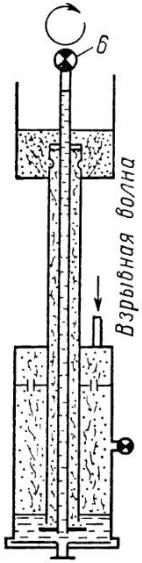



Рис. 4

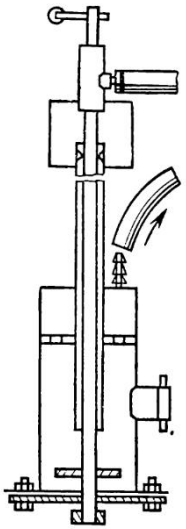


Рис. 5

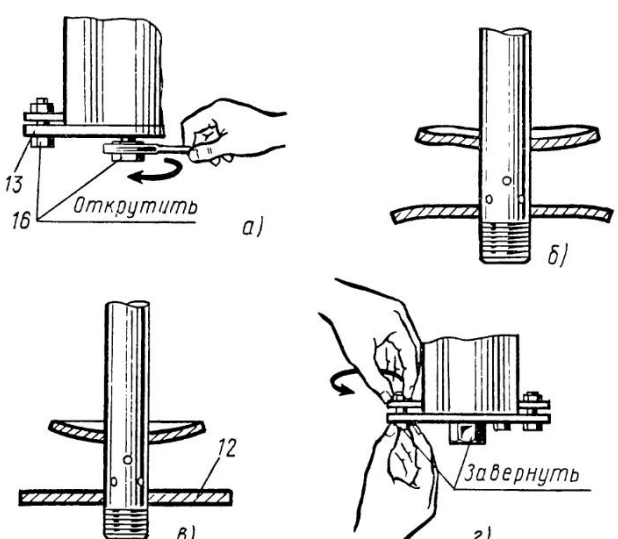



Рис. 6

12.3. Подать в затвор газ под давлением 0,01 МПа.

12.4. Обмазать все разъемные и неразъемные соединения мыльной пеной.

12.5. При положительных результатах испытания (нет пропуска газа в соединениях) затвор считать готовым к дальнейшей эксплуатации.

12.6. Испытания проводить под наблюдением мастера производственного обучения или ответственного лица.

13. Промывать и осматривать водяной затвор необходимо ежемесячно, независимо от того, был ли обратный удар или нет.

14. Правила эксплуатации водяного предохранительного затвора низкого давления (рис. 7) практически мало отличаются от рассмотренных выше правил. Отличительной особенностью является то, что вода в затвор наливается по уровень торца трубы *1*.

#### Водяной затвор среднего давления типа ЗСП

1. Осмотреть корпус затвора и убедиться в исправности всех деталей, размещенных на корпусе.

2. Снять пробку *4* контрольного крана (см. рис. 1).

3. Отвернуть ключом гайку *2* и убрать ниппель *1* с водяного затвора (см. рис. 1).

4. Залить воду в корпус затвора через штуцер по уровень отверстия контрольного крана (рис. 8) и убедиться, что шариковый клапан *8* не пропускает воду из затвора.

5. Поставить на место пробку *4* и ниппель *1* (см. рис. 1).

6. Разместить предохранительный затвор *1* на генераторе (рис. 9).

7. Соединить водяной затвор *1* с предохранительным клапаном *3* генератора шлангом (рис. 10, *а*).

8. Присоединить шланг от горелки (резака) к ниппелю водяного затвора (рис. 10, *б*).

9. Открыть разобщительный кран, размещенный на предохранительном клапане генератора (рис. 10, *в*). Ацетилен из генератора поступит в водяной затвор.

10. Перед тем как зажечь пламя, выпустить воздушно-ацетиленовую смесь из корпуса водяного затвора, открыв ацетиленовый вентиль на горелке (резаке) на 5—10 с.

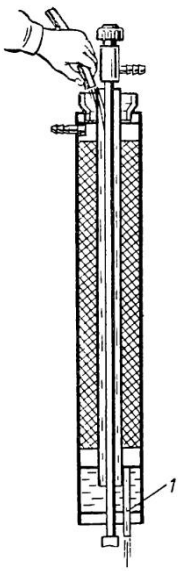



Рис. 7

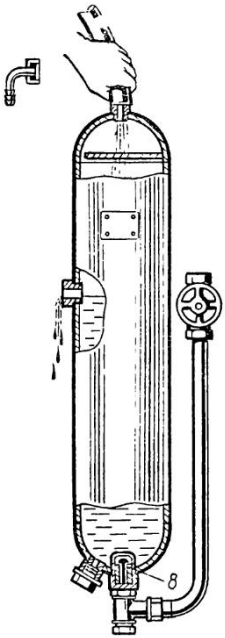



Рис. 8

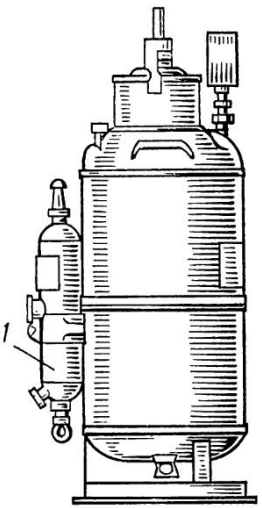



Рис. 9

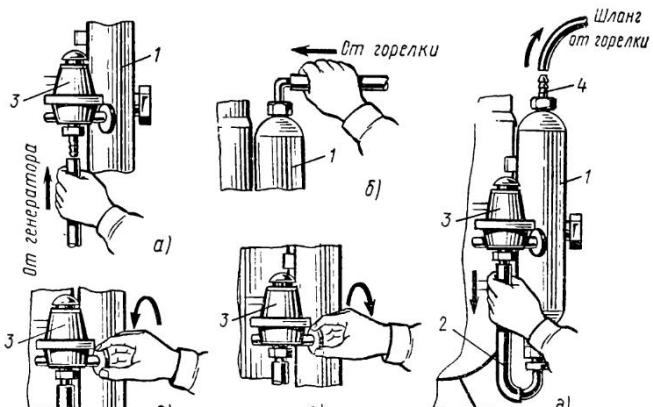



Рис. 10

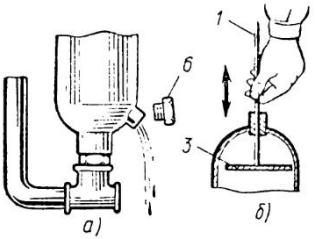


Рис. 11

11. При каждом обратном ударе, в результате которого сорвало шланг с ниппеля водяного затвора или горелки (резака), а также если при внешнем осмотре выявлены какие-либо повреждения, немедленно прекратить отбор газа от генератора.

11.1. Перекрыть разобщительный кран (рис. 10, *г*).

11.2. Отсоединить шланг *2* от предохранительного клапана *3* генератора (рис. 10, *д*).

11.3. Снять шланг с ниппеля *4* газоотводящей трубки.

11.4. Снять водяной затвор с корпуса генератора и положить на чистое место верстака (стола).

12. Проверить исправность водяного затвора.

12.1. Слить воду из корпуса, предварительно отвернув пробку для слива воды *6* (см. рис. 1 и рис. 11, *а*).

12.2. Открутить гайку *2* и убрать ниппель *1* (см. рис. 1).

12.3. Взять стержень *1* из дерева (латуни), нажать на диск-отражатель *3* (рис. 11, *б*). Убедиться в том, что он не оторван от корпуса затвора и поставить ниппель на место.

12.4. Вывернуть штуцер *9* и вместе с тройником *11*, пробкой *10* и трубкой *12* снять с корпуса водяного затвора (рис. 12, *а, б*).

12.5. Снять колпачок, извлечь шариковый клапан *8*; проверить их исправность и поставить на место (см. рис. 8).

12.6. Снять пробку *10* (рис. 12,*б*).

12.7. Вынуть сетку (сетчатый фильтр) (рис. 12, *в*), расположенную перед тройником в газоотводящей трубке и задерживающей карбидный ил и другие твердые частицы, чтобы они не попадали под клапан и не нарушали его герметичность.

12.8. Промыть сетку водой, проверить ее исправность (рис. 12, *г*).

12.9. Поставить сетку на место (рис. 12, *д*).

12.10. Ввернуть пробку *10* в тройник *11* (рис. 12, *а, б*).

13. Испытать предохранительный затвор на прочность (испытания проводить после каждого обратного

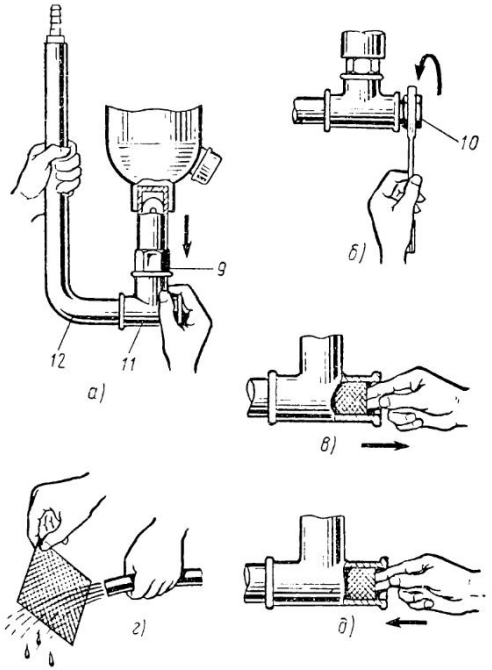



Рис. 12

удара, дошедшего до затвора и не реже одного раза в год).

13.1. Ввернуть штуцер *9* (без клапана) в корпус (рис. 12, *а*).

13.2. Заглушить ниппель *1* (рис. 13).

13.3. Убедиться, что пробки *6* и *9* (см. рис. 1) надежно закреплены.

13.4. Снять пробку *4* контрольного крана.

13.5. Присоединить к трубке *12* источник воды и заполнить корпус водой с полным удалением воздуха через отверстие контрольного крана (рис. 13).

13.6. Создать давление в корпусе 0,6 МПа.

13.7. Выдержать давление 0,6 МПа в течение 10 мин, после чего снизить давление до 0,32 МПа.

13.8. В н и м а н и е! Осматривать затвор разрешается только после снижения давления до 0,32 МПа. При отсутствии разрывов, трещин и запотеваний сварных швов затвор считается выдержавшим гидравлические испытания.

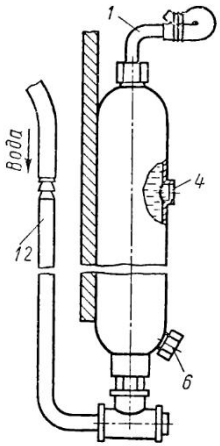



Рис. 13

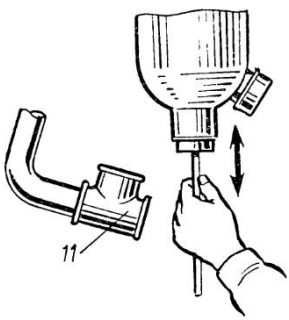



Рис. 14

13.9. Отсоединить воду от трубки *12*, отвернуть пробку *4* и слить воду из корпуса затвора (рис. 13). Пробку поставить на место.

14. После успешных гидравлических испытаний проверить затвор на плотность.

14.1. Соединить источник азота или воздуха с трубкой *12*, создать давление 0,15 МПа.

14.2. Обмазать корпус мыльным раствором или погрузить весь затвор в воду. Отсутствие пузырьков указывает на исправность водяного затвора.

14.3. В случае нарушения герметичности затвором пользоваться запрещается. Сдать его в ремонт.

14.4. Испытания проводить под наблюдением ответственного лица или мастера производственного обучения.

15. Проверить надежность уплотнения обратного клапана.

15.1. Установить затвор вертикально.

15.2. Вывернуть штуцер *9* (см. рис. 12, *а*), поставить клапан и колпачок на свои места. Ввернуть штуцер в корпус.

15.3. Снять ниппель *1* (рис. 13), залить воду в корпус (контрольный кран открыт) по уровень отверстия крана. Обратный клапан не должен пропускать воду, залитую в корпус затвора.

15.4. Оторвать клапан от седла, снять тройник *11*.

Взять тупоносую палочку (пруток из латуни), приподнять клапан и опустить на место (рис. 14). Процедуру повторить не менее трех раз. Если вода не проходит под клапан, затвор считается годным к эксплуатации.

15.5. Поставить тройник на место.

15.6. Долить воду в затвор до уровня контрольного крана.

15.7. Поставить пробку *4* на место.

15.8. Поставить ниппель *1* на корпус затвора.

16. Установить затвор на корпус генератора, соединить с генератором и газосварочным инструментом и ввести в эксплуатацию, как было рассмотрено ранее.

17. Обратный клапан и сетку водяного затвора среднего давления промывать два раза в месяц, в том числе один раз с полной разборкой их, чисткой, промывкой и проверкой клапана на герметичность.

18. После окончания работы слить воду из предохранительных затворов низкого или среднего давления. Промыть и поместить на хранение вместе с генератором (см. карту 6).

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 8
### ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ БАЛЛОНОВ ДЛЯ СЖАТЫХ ГАЗОВ

**Учебно-производственные задания.** I — ознакомление с устройством баллонов, II — правила эксплуатации кислородного баллона, III — правила эксплуатации ацетиленового баллона, IV — правила эксплуатации пропан-бутанового баллона.

**Цель заданий:** научиться безопасным приемам обращения с баллонами.

**Оснащение рабочего места.** Пост для газовой сварки; баллоны: кислородные, ацетиленовые, пропан-бутановые; мыльный раствор, кисточка, ключи для открывания вентилей баллонов.

## I. Ознакомление с устройством баллонов

1. Ответить на вопросы: в какие отличительные цвета окрашиваются баллоны? какие надписи наносятся на баллонах и каким цветом? под каким максимальным давлением в баллоне хранятся: газообразный кислород, растворенный ацетилен, сжиженная пропан-бутановая смесь? из какого материала изготовляются вентили?

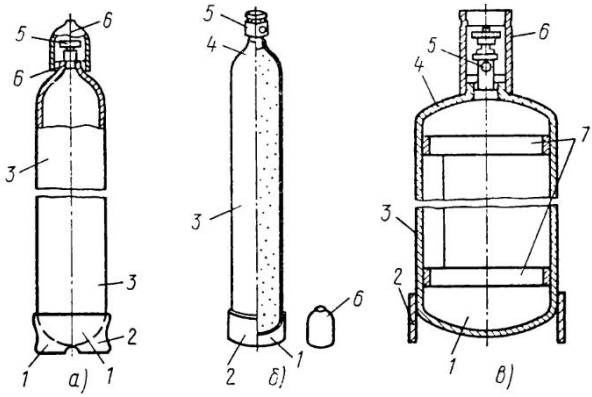



Рис. 1

как определяется количество кислорода, ацетилена, пропан-бутана в баллонах? какими материалами заполняется ацетиленовый баллон?

2. Ознакомиться с устройством кислородного (рис. 1, *а*), ацетиленового (рис. 1, *б*) и пропан-бутанового (рис. 1, *в*) баллонов: *1* — днище, *2* — башмак, *3* — цилиндрический сосуд, *4* — горловина, *5* — вентиль, *6* — колпак, *7* — подкладные кольца.

3. Ознакомиться с принципом работы и устройством вентилей: кислородного (рис. 2, *а*: *1* — гайка, *2* —

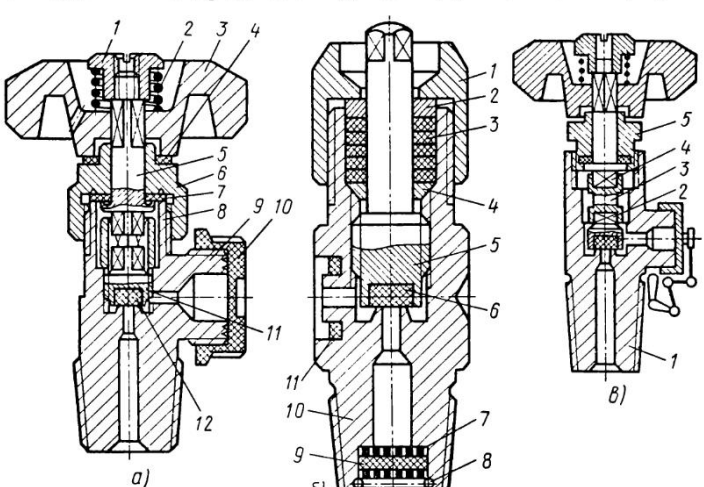



Рис. 2

пружина, *3* — маховичок, *4, 7* — прокладки, *5* — шпиндель, *6* — накидная гайка, *8* — соединительная муфта, *9* — корпус, *10* — заглушка, *11* — клапан, *12* — уплотнитель), ацетиленового (рис. 2, *б*: *1* — гайка, *2* — шайба, *3, 9* — прокладки, *4* — сальниковое кольцо, *5* — шпиндель, *6* — уплотнитель, *7* — сетка, *8* — стальное кольцо, *10* — корпус, *11* — штуцер), пропан-бутанового (рис. 2, *в*: *1* — корпус, *2* — шпиндель, *3* — чулок-ниппель, *4* — клапан, *5* — гайка).

## II. Правила эксплуатации кислородного баллона

1. Переместить баллон на рабочее место (рис. 3).

2. Установить баллон в вертикальном положении, закрепить цепью или хомутом (рис. 4, *а*) или уложить так, чтобы горловина была выше башмака (рис. 4, *б*). Внимание! Баллоны размещать на расстоянии не менее 1 м от приборов отопления, а от других источников открытого огня — не менее 5 м.

3. Отвернуть колпак (рис. 4, *в*) и заглушку штуцера вентиля (рис. 4, *г*).

4. Внимание! Проверить вентиль на предмет отсутствия масла и жира. Если они обнаружены, то баллоном пользоваться запрещается. Необходимо об этом сообщить мастеру.

5. Продуть штуцер запорного вентиля.

5.1. Встать так, чтобы выходное отверстие штуцера было направлено от вас.

5.2. Осторожно (плавно) открыть вентиль (рис. 5) на 1—2 с. Вентиль кислородного баллона разрешается открывать и закрывать только от руки. На руках не должно быть следов масла и жира.

6. Присоединить кислородный редуктор.

7. В процессе эксплуатации и во всех других случаях исключить возможность попадания на вентиль баллона жира и масла, так как при попадании на них кислорода они самовоспламеняются.

8. Предохранять баллоны от ударов, падения, нагрева любым источником теплоты.

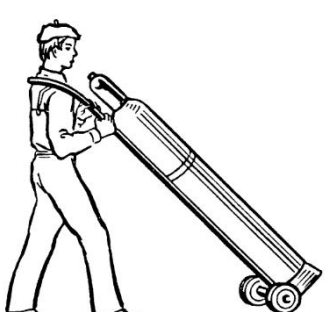


Рис. 3

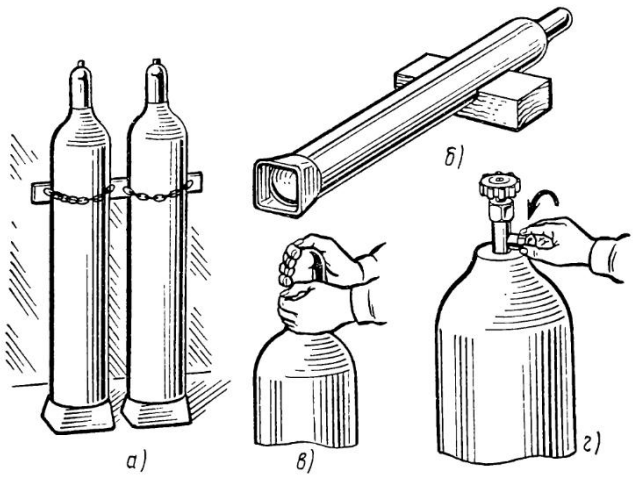



Рис. 4

9. При замерзании вентиля отогреть его обтирочными чистыми салфетками, смоченными горячей водой (рис. 6).

10. Прекратить отбор кислорода из баллона при давлении в нем не меньше чем 0,05—0,1 МПа.

11. По окончании работы. Закрыть вентиль, завернуть заглушку, навернуть колпак на горловину баллона.

12. Сдать пустой баллон на склад.

Рис. 5

Рис. 6

## III. Правила эксплуатации ацетиленового баллона

1. Установить баллон в вертикальном положении, закрепить хомутом или цепью.

2. Отвернуть колпак.

3. Открыть вентиль с помощью специального ключа (рис. 7).

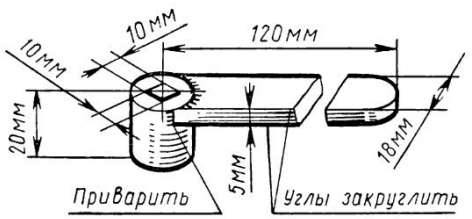



Рис. 7

4. Продуть штуцер в течение 1—2 с.

5. Присоединить ацетиленовый редуктор.

6. Прекратить отбор газообразного ацетилена при остаточном давлении в баллоне: не менее 0,05 МПа при температуре 0° С; 0,1 МПа — от 0 до 15° С и 0,2 МПа — от 15 до 25° С.

7. Закрыть (плотно) вентиль баллона и навернуть колпак.

8. Исключить толчки, удары и нагрев баллонов выше 40° С.

## IV. Правила эксплуатации пропан-бутанового баллона

1. Установить баллоны в шкафу для их хранения вертикально и закрепить.

2. Отвернуть колпак. Снять заглушку со штуцера.

3. Открыть вентиль *1* и продуть штуцер *2*, соблюдая меры предосторожности (см. рис. 4).

4. Закрыть вентиль. Присоединить редуктор.

5. Плавно открыть вентиль, проверить герметичность соединения накидной гайки редуктора на штуцере баллона путем нанесения мыльного раствора.

6. Для повышения количества отбираемого газа допускается подогрев баллона теплой водой.

7. После выработки газа закрыть плотно вентиль, навернуть заглушку, колпак и сдать баллон на склад.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 9
## ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОВЫХ РЕДУКТОРОВ

**Учебно-производственные задания.** I — ознакомление с устройством редукторов, II — правила эксплуатации газовых редукторов (кислородного, ацетиленового, пропан-бутанового).

**Цель заданий:** научиться безошибочно различать газовые редукторы по внешнему виду, соблюдать правила эксплуатации и хранения редукторов.

**Оснащение рабочего места.** Пост для газовой сварки. Набор редукторов. Макет кислородного редуктора с разрезами. Мыльный раствор, кисточка, фибровые и кожаные прокладки, торцевой гаечный ключ для открывания вентиля ацетиленового баллона, ключ гаечный 30×32 (32×36).

### I. Ознакомление с устройством редукторов

1. Ответить на следующие вопросы: что называется редуктором? каково назначение редуктора? по каким признакам классифицируются редукторы? как отличить по внешнему виду редуктор кислородный от ацетиленового и пропан-бутанового? есть ли принципиальные различия в основных деталях редукторов? можно ли присоединить кислородный редуктор к пропан-бутановому баллону и пропан-бутановый редуктор к кислородному баллону?

2. Ознакомиться, используя учебник И. И. Соколова «Газовая сварка и резка металлов», с устройством кислородного, ацетиленового, пропан-бутанового редукторов.

3. Назвать части редуктора, обозначенные на рис. 1 цифрами: корпус, крышка, мембрана, обратная пружина, регулирующий винт, камера низкого давления, клапан, нажимная пружина, передаточный диск, фильтры, седло клапана, накидные гайки, передаточный шпиндель, ниппель, камера высокого давления, прокладки, манометры, кнопка, предохранительный клапан, зажимная гайка.

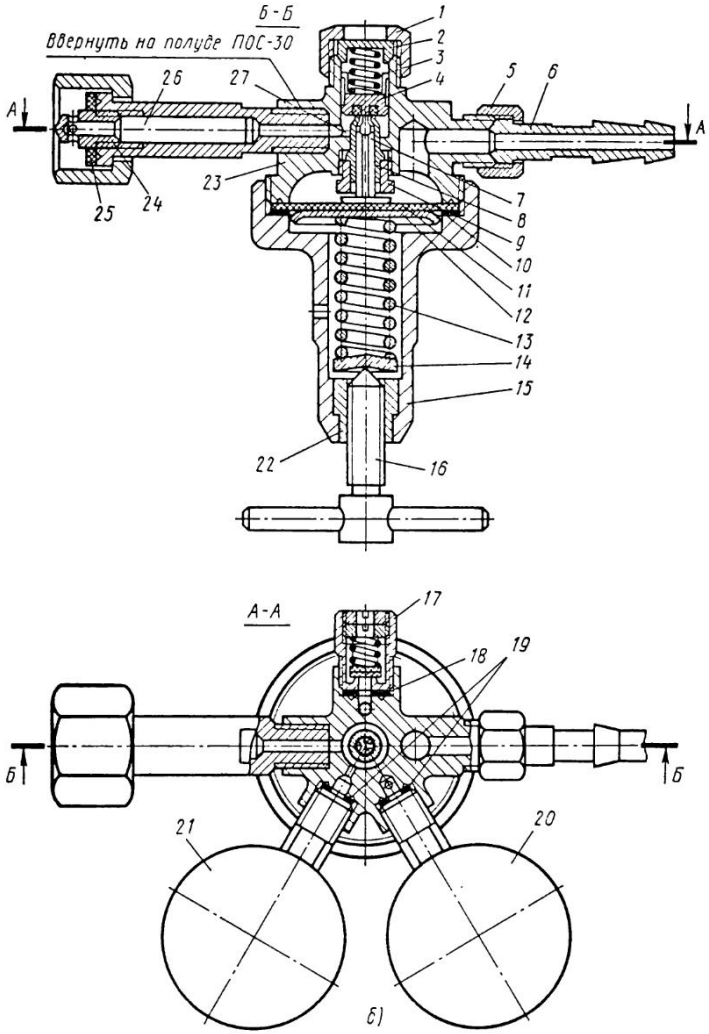

Б-Б
Ввернуть на полуде ПОС-30
А
А
1
2
3
4
5
6
26
27
23
24
25
7
8
9
10
11
12
13
14
15
22
16
А-А
17
18
19
Б
Б
21
20
б)

Рис. 1

## II. Правила эксплуатации газовых редукторов (кислородного, ацетиленового, пропан-бутанового)

1. Проверить наличие и исправность манометров. Стрелки должны находиться на нулевых делениях и не смещаться при поворачивании редуктора (рис. 2).

2. Проверить наличие и исправность присоединительных частей редукторов к баллонам и горелкам.

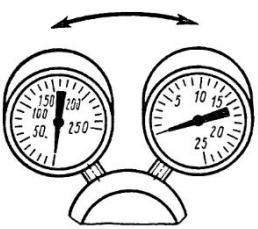



Рис. 2

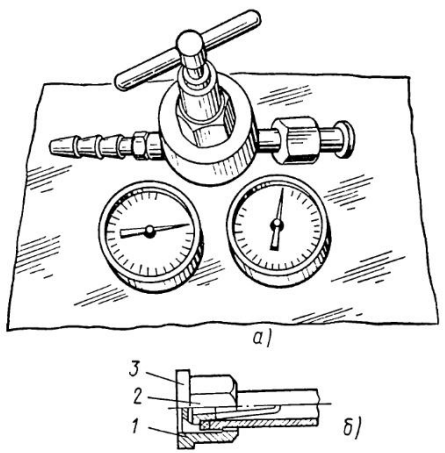



Рис. 3

### Кислородный редуктор

2.1. Редуктор установить на чистую обтирочную салфетку (рис. 3, *а*).

2.2. Проверить исправность резьбы *1* и граней под ключ *2* на накидной гайке *3* (рис. 3, *б*).

2.3. Проверить исправность накидной гайки и ниппеля для присоединения шланга от горелки.

2.4. Вывернуть из камеры высокого давления специальную гайку *1*, осмотреть — не засорены и не смяты ли края отверстия *2*, не забита ли резьба *4*, исправна ли уплотнительная шайба *3*. Убедиться в наличии и исправности фильтра *5* (рис. 4).

2.5. Собрать детали камеры высокого давления в обратной последовательности.

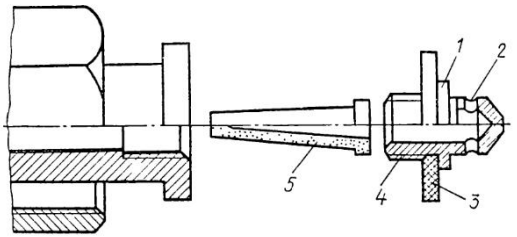



Рис. 4

**Ацетиленовый редуктор**

2.6. Проверить исправность: четырехгранника *1*, резьбы *3*, нажимного винта *2*, хомута *4*, фильтра *5* (рис. 5).

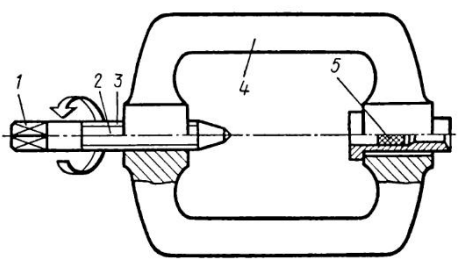



Рис. 5

**Пропан-бутановый редуктор**

2.7. Осмотреть: штуцер *1*, резьбу *7* (левая), грани под ключ *2*, проточку *6* на углах сопряжения граней накидной гайки (рис. 6).

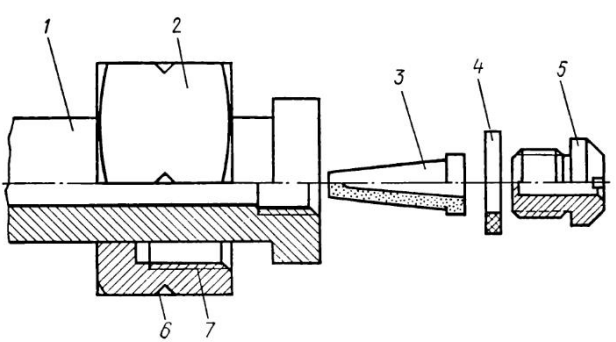



Рис. 6

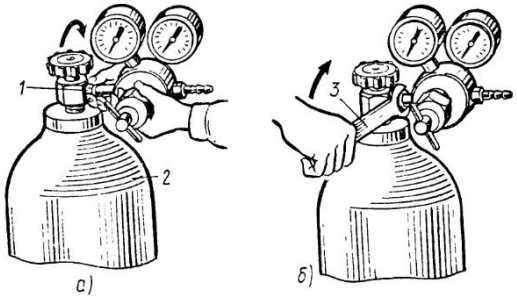



Рис. 7

2.8. Вывернуть гайку *5*, снять шайбу *4*, вынуть фильтр *3* из штуцера *1* (рис. 7).

3. Установить их исправность и собрать в обратной последовательности. Присоединить редукторы к баллонам.

**Кислородный редуктор**

3.1. Продуть вентиль баллона (см. ИК 8, рис. 4).

3.2. Навернуть накидную гайку *1* на резьбу штуцера баллона *2* (рис. 7, *а*).

3.3. Взять гаечный ключ *3* и затянуть накидную гайку *1*, вращая ее ключом по часовой стрелке (рис. 7, *б*).

**Ацетиленовый редуктор**

3.4. Взять редуктор, надеть хомут *2* (рис. 8, *а*) на вентиль ацетиленового баллона так, чтобы посадочное место *3* вошло в гнездо *4* вентиля *5* (*1* — четырехгранник).

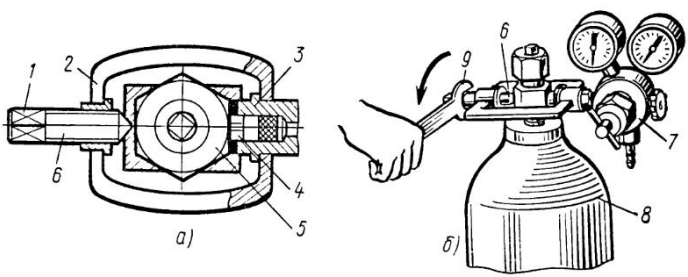



Рис. 8

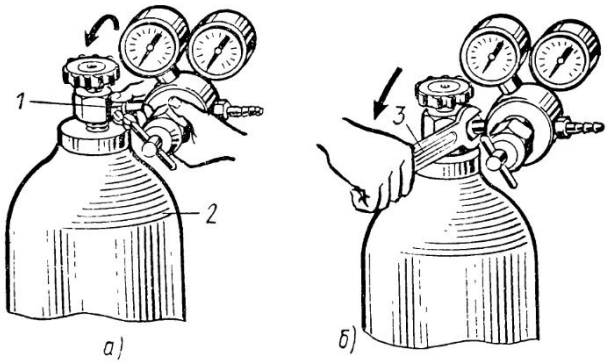



Рис. 9

3.5. Придерживая редуктор рукой, поджать винт в выточке вентиля.

3.6. Взять гаечный ключ *9* и винтом *6* закрепить редуктор *7* на баллоне *8* (рис. 8, *б*).

**Пропан-бутановый редуктор**

3.7. Выполнить действия, аналогичные п. 3.2. Однако накидную гайку присоединить к штуцеру баллона путем вращения ее против часовой стрелки (рис. 9, *а*) и затянуть ключом (рис. 9, *б*).

4. Проверить редукторы на самотек.

4.1. Вывернуть регулировочный винт *1* до освобождения пружины. Винт должен свободно вращаться в крышке редуктора *3* (рис. 10).

Рис. 10

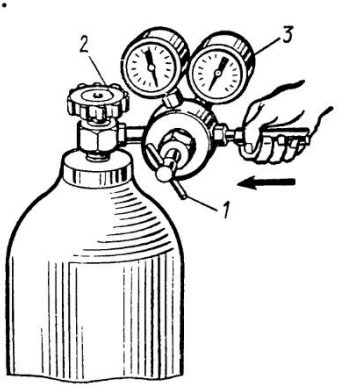



Рис. 11

Рис. 12

Рис. 13

4.2. Открыть медленно вентиль *2*.

4.3. Смочить отверстие штуцера *4* мыльной пеной. Наличие мыльных пузырей в отверстии штуцера указывает на наличие самотека, т. е. на нарушение герметичности клапана. При отсутствии самотека на выходном отверстии образуется устойчивая мыльная пленка.

*5*. Подсоединить к редуктору шланги от горелки или резака (рис. 11). Надежно закрепить.

6. Установить рабочее давление.

6.1. Проверить, вывернут ли регулировочный винт *1* (рис. 12).

6.2. Открыть вентиль кислорода на сварочной горелке (резаке).

6.3. Вращая нажимный винт *1* по часовой стрелке, установить требуемое рабочее давление, ориентируясь на показания стрелки манометра низкого давления *3* (рис. 12).

7. Проверить герметичность всех соединений редуктора.

7.1. Вывернуть регулировочный винт, освободить рабочую пружину, затем закрыть вентиль расхода газа на горелке (резаке).

После некоторого неизбежного повышения давления газа в камере низкого давления стрелка манометра должна остановиться, что указывает на отсутствие самотека. Падение давления указывает на негерметичность соединений шланга с редуктором, манометра низкого давления, предохранительного клапана, крышки.

7.2. Установить герметичность соединений редуктора смачиванием их мыльной пеной.

8. При обнаружении каких-либо неисправностей выполнить следующие операции.

8.1. Немедленно перекрыть вентиль баллона.

8.2. Выпустить газ из редуктора, для чего: отсоединить шланг от ниппеля редуктора (рис. 13) и вращением регулировочного винта *1* против часовой стрелки открыть клапан.

9. По окончании работы.

9.1. Закрыть вентиль баллона, выпустить газ из редуктора (см. п. 8.2).

9.2. Вывернуть регулировочный винт, освободить рабочую пружину.

10. Снять редуктор с баллона и положить на хранение в чистом месте, исключающем попадание масла, жира и других загрязнений на редуктор.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 10
## ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕКТОРНОЙ ГОРЕЛКИ ДЛЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ГОРЮЧЕГО ГАЗА АЦЕТИЛЕНА

**Учебно-производственные задания.** I — ознакомление с устройством горелок, II — осмотр и предварительное испытание горелок, III — правила эксплуатации горелок, IV — основные неисправности, нарушающие форму и размеры пламени. Причины и способы их устранения, V — ремонт инжекторных горелок.

**Цель заданий:** научиться правилам обращения с горелками, знать основные сведения о конструктивных особенностях и ремонте горелок, уметь ввести новую горелку в эксплуатацию.

**Оснащение рабочего места.** Пост газовой сварки, сварочные горелки с набором сменных наконечников, зажигалка, ротаметр, секундомер, огнеупорный кирпич, стальное кольцо, сосуд с водой, линейка, плоскогубцы, молоток, зубило, стальные щетки, латунные иглы, защитные очки и спецодежда.

**Организационные указания.** Подготовить ацетиленовый генератор, водяной предохранительный затвор, редукторы, горелки, шланги для подачи кислорода и ацетилена и необходимый инструмент. Одеть спецодежду и защитные очки.

## I. Ознакомление с устройством горелок

1. Определить, какая из горелок, приведенных на рис. 1, предназначена для выполнения следующих работ:

для сварки стали и цветного металла толщиной от 0,1 до 0,5 мм, пайки; нагрева и ювелирных работ (Г-1);

для ацетиленокислородной сварки стали толщиной от 0,5 до 17 мм, чугуна, латуни, алюминия и других материалов (Г-3-03);

для сварки деталей из низкоуглеродистой стали толщиной до 6 мм, чугуна, цветных металлов, нагрева и пайки с получением удовлетворительных показателей качества и производительности (ГЗУ-3);

для выполнения работ по нагреву и сварке массивных изделий (Г-4);

для сварки чугуна, наплавки литых твердых сплавов, пайки, нагрева (ГЗУ-4);

для ацетиленокислородной сварки стали толщиной от 0,5 до 4 мм, чугуна, цветных металлов и сплавов, пайки, нагрева и других работ (Г-2-04);

для наплавки деталей типа тел вращения самофлюсующими сплавами на никелевой, железной или бронзовой основе (ГАЛ-6);

для ручной наплавки гранулированными самофлюсующимися твердыми сплавами (ГН-2);

для пайки деталей из стали и цветных металлов с толщиной стенки до 1,5 мм припоями с температурой плавления до 600° С и деталей с толщиной стенки до 10 мм оловянно-свинцовыми припоями (ГВП-2);

для низкотемпературного нагрева элементов стыковых соединений при сварке, покрытия битумом различных изделий (ГВ-1);

для пламенной поверхностной очистки от ржавчины и старой краски металлоконструкций при толщине их элементов свыше 6 мм (ГАО-2);

для сварки теплопластических материалов газовым теплоносителем, нагретым воздухом, азотом, инертным газом (ГЭП-2);

для сварки, наплавки, пайки и нагрева черных и цветных металлов пламенем, получаемым при сгорании жидкого горючего (керосина, ГКР-1-67);

для пайки припоями с температурой плавления до 400° С деталей толщиной до 20 мм и припоями ($T_{пл}$ = = 600—700° С) деталей толщиной до 2 мм (ГВП-5);

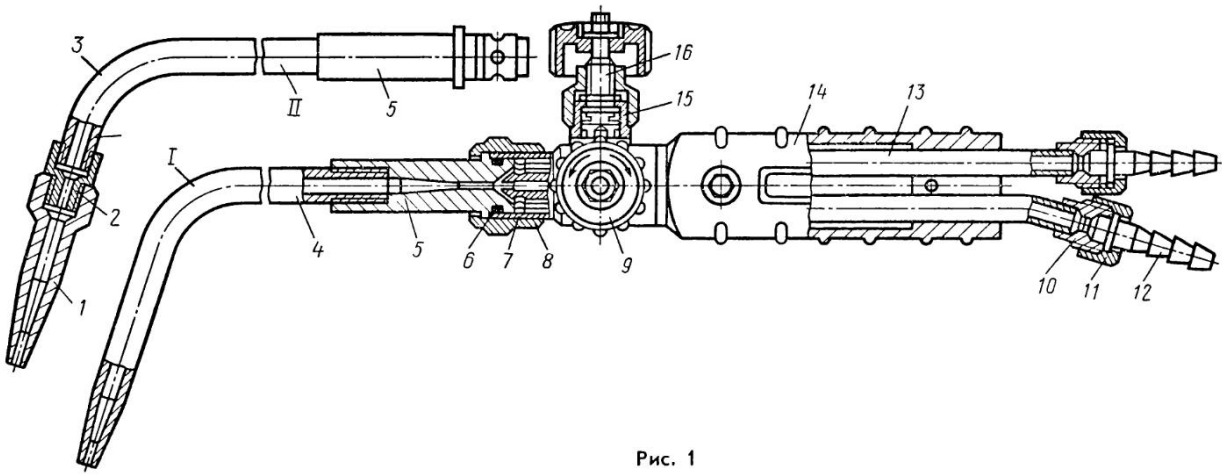



Рис. 1

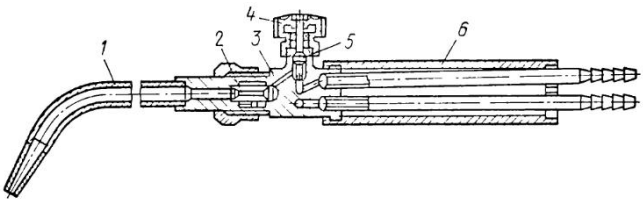



Рис. 2

для ацетиленокислородной сварки низкоуглеродистой стали толщиной до 4 мм и разделительной резки металла толщиной до 50 мм (КГС-1).

2. На рис. 1 представлена конструкция горелки ГС-3 для газовой сварки: *1* — мундштук, *2* — ниппель мундштука, *3* — трубка горючей смеси, *4* — трубчатый мундштук, *5* — смесительная камера, *6* — кольцо уплотнительное, *7* — инжектор, *8*, *11* — гайки накидные, *9* — вентиль ацетиленовый, *10* — штуцер, *12* — ниппель шланговый, *13* — трубка, *14* — рукоятка, *15* — резиновое кольцо, *16* — вентиль кислородный.

3. На рис. 2 представлена безынжекторная горелка ГС-1: *1* — наконечник, *2* — дозирующие каналы, *3* — корпус, *4* — вентиль, *5* — игольчатый шпиндель, *6* — ствол горелки.

## II. Осмотр и предварительное испытание горелок

1. Получить новую горелку, проверить комплектность в соответствии со спецификацией завода-изготовителя; уточнить количество и номера наконечников, действует ли срок гарантии, наличие запасных частей и ключей.

2. Изучить инструкцию по эксплуатации.

3. Проверить соответствие номеров инжекторов смесительным камерам и наличие соответствующих мундштуков. Проставленные на них номера должны совпадать.

4. Убедиться в наличии (рис. 3) на смесительных камерах *1* резиновых уплотнительных колец *2*, накидной гайки *3*, отверстий *4*, чистых, без каких-либо повреждений (задиров, заусенцев, вмятин и т. п.) поверхностей *5* и *6*.

5. Осмотреть уплотнительные плоскости: на инжекторах *1* и *2* (рис. 4), уплотнительном седле под ин-

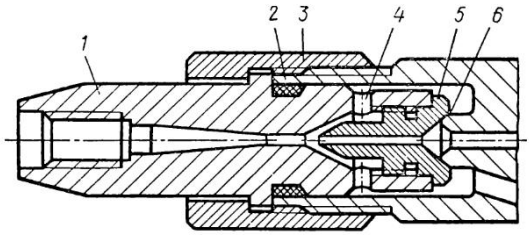



Рис. 3

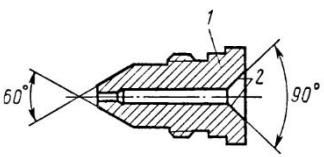



Рис. 4

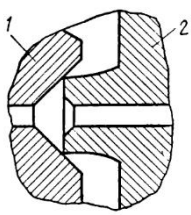



Рис. 5

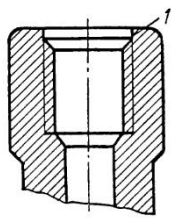



Рис. 6

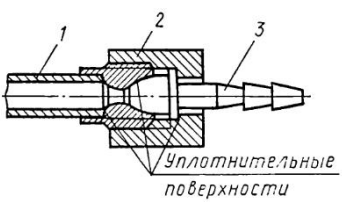



Рис. 7

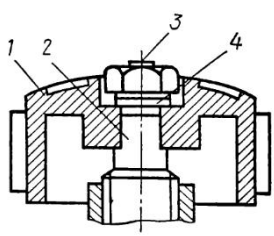



Рис. 8

жектор *1* в корпусе ствола *2* (рис. 5), мундштуке *1* (рис. 6), шланговых штуцерах *1*, накидных гайках *2* и ниппелях *3* (рис. 7).

6. Закрепить маховичок *1* на шпинделе *2* гайкой *3* через шайбу *4* (рис. 8).

7. Проверить свободное вращение шпинделей в сальниках.

8. Собрать из исправных деталей и узлов горелку и испытать ее на газонепроницаемость (плотность) соединений и на разряжение (инжекцию) в ацетиленовом канале. Испытание проводить со всеми наконеч-

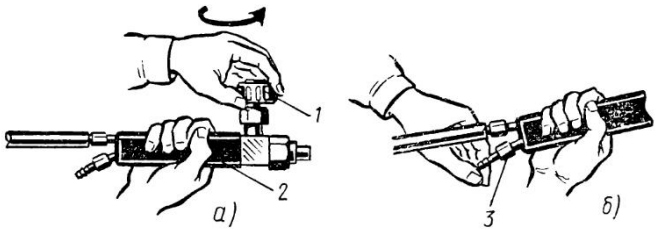



Рис. 9

никами: входящими в комплект горелки и каждый раз перед началом работы, а также при смене наконечника.

9. Испытать горелку на наличие разряжения (подсоса) в канале для подачи ацетилена.

9.1. Подсоединить шланг для подачи кислорода к ниппелю.

9.2. Установить давление кислорода по манометру редуктора согласно указаний паспорта для испытуемого номера наконечника (для наконечника № 4—0,2÷÷0,4 МПа).

9.3. Взять правой рукой горелку за рукоятку (ствол) *2* (рис. 9, *а*). Пальцами левой руки полностью открыть вентиль для регулирования количества подаваемого ацетилена (вентиль ацетилена *1*). Затем вентиль для регулирования количества подаваемого кислорода (вентиль кислорода на рис. 9, *а* не показан).

9.4. Поднести большой палец левой руки к ниппелю *3* ацетилена (рис. 9, *б*) и убедиться в создаваемом разряжении (палец будет присасываться).

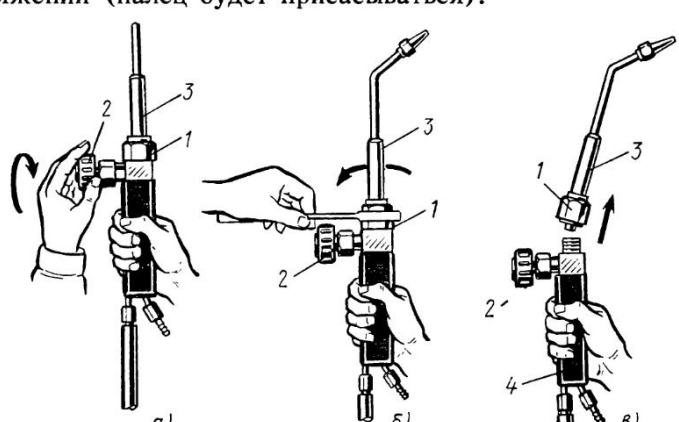



Рис. 10

9.5. При отсутствии разряжения: закрыть вентиль кислорода *2* (рис. 10, *а*), отвернуть накидную гайку *1* (рис. 10, *б*) и отсоединить наконечник *3* от ствола горелки *4* (рис. 10, *в*).

9.6. Вывернуть инжектор из смесительной камеры на $^1/_2$ оборота. Поставить наконечник на место и испытать горелку повторно.

Рис. 11

9.7. При отсутствии разряжения после повторного испытания: снять наконечник, вывернуть из него инжектор и мундштук. Осмотреть, не забиты ли отверстия смесительной камеры, инжектора и мундштука. При необходимости прочистить мягкой проволокой и продуть воздухом.

9.8. Взять ствол *4*, открыть вентиль *2* кислорода и убедиться, что кислород *3* выходит из центрального отверстия посадочного седла инжектора (рис. 11).

9.9. Убедившись в исправности наконечника, инжектора и мундштука и в том, что кислород свободно выходит из отверстия, собрать горелку и повторить испытания на подсос в указанной выше последовательности. При получении неудовлетворительных результатов испытаний горелку немедленно сдать на склад.

9.10. В случае положительных результатов испытаний перекрыть вентили, подсоединить шланг подачи ацетилена к соответствующему наконечнику; горелку считать пригодной для дальнейшей эксплуатации.

10. Испытать горелку на газонепроницаемость. Присоединить шланг подачи кислорода попеременно к ниппелю кислорода, а затем к ниппелю ацетилена; подать кислород (воздух, азот) под давлением 0,2—0,4 МПа. Опустить горелку в сосуд с водой на 15—20 с. Отсутствие пузырьков на поверхности воды свидетельствует о плотности в соединениях смесительной камеры с корпусом ствола горелки, сальниковой набивке вентилей, соединениях штуцеров с ниппелями и ниппелей со шлангами.

## III. Правила эксплуатации горелок

### Обязанности газосварщика перед началом работы

1. Продуть шланги перед присоединением их к горелке.

1.2. Присоединить шланг для подачи кислорода *1* (окрашен в синий цвет) к штуцеру горелки посредством ниппеля *2* и гайки *3* с правой резьбой. Шланг прочно закрепить на ниппеле специальным хомутом *4* (рис. 12) или мягкой отожженной стальной проволокой диаметром 1,5 мм не менее чем в двух местах по длине ниппеля.

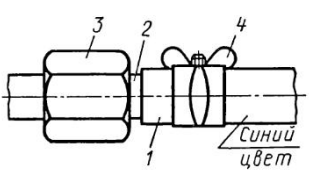



Рис. 12

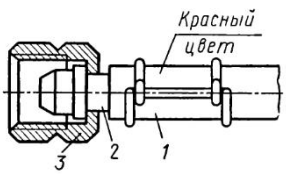



Рис. 13

2. Проверить горелку на наличие разряжения в ацетиленовых каналах горелки (см. раздел II).

3. Присоединить шланг *1* для подачи ацетилена (окрашен в красный цвет) к ниппелю *2* с накидной гайкой *3*, имеющей проточки на шестиграннике и левую резьбу, прочно закрепить хомутом или проволокой (рис. 13).

4. Проверить точность и надежность закрепления шлангов на ацетиленовом и кислородном редукторах, герметичность соединения редукторов с штуцерами вентилей баллонов.

5. В н и м а н и е! Шланг для подачи ацетилена (при работе с ацетиленовым генератором) не закреплять хомутом или проволокой при присоединении его к ниппелю на водяном затворе.

### Правила обращения с горелкой во время работы. Зажигание и регулирование пламени

1. Установить рабочее давление кислорода по манометру редуктора в соответствии с технической характеристикой для выбранного номера наконечника.

2. Взять горелку в правую руку (рис. 14, *а*), открыть на $^1/_4$ оборота кислородный *1* и на один полный

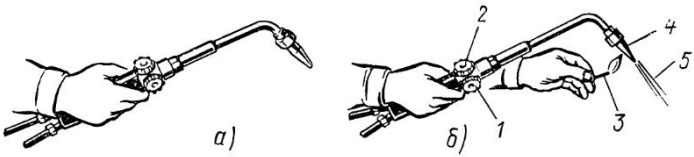



Рис. 14

оборот ацетиленовый *2* вентили, поднести зажигалку *3* к мундштуку горелки *4* и зажечь горючую смесь (рис. 14, *б*). Пламя *5* не должно отрываться от конца мундштука и гореть устойчиво.

3. Открыть полностью кислородныи вентиль *1*. Продать в смесительную камеру *2* такое количество ацетилена, чтобы получить нормальное пламя. Пламя должно иметь три четко различимые зоны: ядро *3*, среднюю восстановительную зону *4* и факел *5* (рис. 15).

4. Открыть полностью вентиль для регулирования расхода ацетилена. Проверить наличие запаса ацетилена визуально по форме полученного пламени. Длина средней светящейся зоны должна быть в 4 раза больше длины ядра (рис. 16). Это соответствует примерно 15% избытку ацетилена в пламени.

Такой запас ацетилена помогает сварщику устранять возможность образования пламени с избытком кислорода, которое самопроизвольно устанавливается по мере нагревания мундштука. Необходимый расход ацетилена регулируется путем открывания вентиля ацетилена.

5. Прикрыть вентиль для регулировки расхода ацетилена и установить нормальное пламя. Оно должно

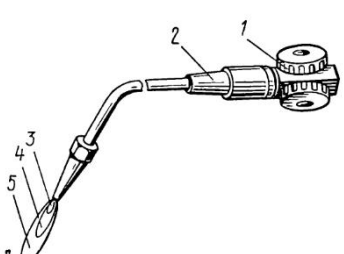



Рис. 15

Рис. 16

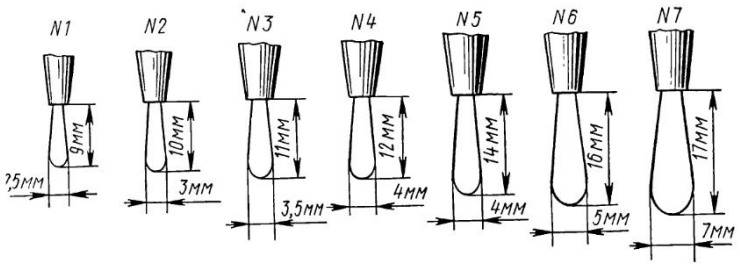



Рис. 17

иметь: ядро правильной формы (близкой к форме цилиндра) с закруглением на конце, восстановительную (среднюю) зону с плавным закруглением и факел (см. рис. 15).

Форма, диаметр и длина ядра нормального пламени зависят от количества расходуемого ацетилена и номера наконечника (диаметра сопла мундштука). При правильной регулировке соотношения расхода кислорода и ацетилена размеры ядра пламени должны соответствовать размерам, приведенным на рис. 17.

6. Если в процессе работы окажется, что при полностью открытом вентиле ацетилена пламя имеет избыток кислорода, т. е. окислительное пламя, немедленно прекратить сварку.

7. Погасить пламя, для чего закрыть сначала вентиль ацетилена, а затем вентиль кислорода, наконечник *3* охладить.

8. В случае неправильной формы ядра пламя погасить. Прочистить канал мундштука деревянной, алюминиевой, медной или стальной полированной иглой (см. задание IV).

9. В случае появления непрерывных хлопков или обратного удара пламени быстро закрыть вентиль ацетилена, затем вентиль кислорода и охладить наконечник в чистой воде.

10. После обратного удара пламени, закончившегося без явных нарушений целостности горелки, необходимо подтянуть мундштук и накидную гайку, соединяющую наконечник со стволом (рукояткой) горелки.

11. Обратный удар пламени, при несвоевременном закрытии вентиля ацетилена, чаще всего вызывает разрушение горелки — сгорает трубка *1* горючей смеси, резиновое уплотнительное кольцо *3*, оплав-

ляются стенки смесительной камеры *4* (рис. 18), распаивается место соединения *2* трубки горючей смеси со смесительной камерой.

12. При вводе в эксплуатацию горелок, работающих на газах — заменителях ацетилена, соблюдать все правила, изложенные в п. 1—10. Различие состоит в последовательности зажигания пламени в горелках, имеющих дополнительные сопла для подогрева штуцера (рис. 19). Сначала зажигают горючую смесь, выходящую из мундштука *1*, затем горючую смесь, выходящую из сопл *3*

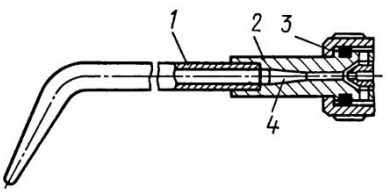



Рис. 18

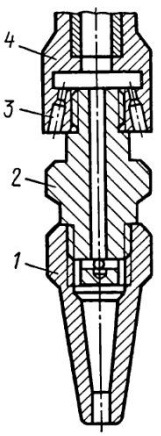



Рис. 19

подогревателя *4*, навернутого на штуцер *2*, и проверяют их горение.

## IV. Основные неисправности, нарушающие форму и размеры пламени. Причины и способы их устранения

1. Отсутствует подсос в канале ацетилена.

1.1. Прочистить и продуть каналы мундштука, смесительной камеры и инжектора.

1.2. Подтянуть накидную гайку смесительной камеры.

1.3. При необходимости прочистить канал, подающий кислород к инжектору.

1.4. Полностью открыть вентиль горючего газа.

2. Отсутствует запас ацетилена и возникают частые характерные хлопки.

2.1. Инжектор *1* имеет неплотную посадку с седлом *2* корпуса (рис. 20). Если есть уверенность, что уплот-

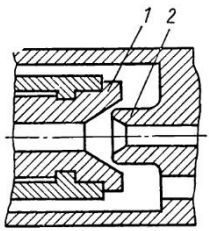



Рис. 20

Рис. 21

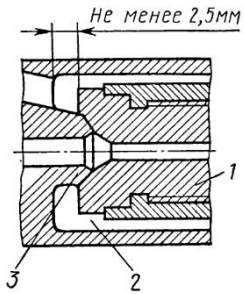



Рис. 22

нения хорошие, то подтянуть накидную гайку смесительной камеры.

2.2. Засорились каналы в наконечнике. Продуть их в направлении, обратном потоку газа (рис. 21), или прочистить медной проволокой.

2.3. Инжектор *1* перекрывает ацетиленовый канал *2* из-за проседания седла *3* корпуса (уменьшения размера выступающей части седла) или глубокой выточки седла (заводской брак) инжектора (рис. 22). Сменить ствол горелки или инжектор.

2.4. Малое давление кислорода. Отрегулировать согласно паспортным данным наконечника горелки.

2.5. Не выдержано расстояние *а* между торцом инжектора и началом канала смесительной камеры (рис. 23). При малом расстоянии вывернуть инжектор на 0,5—1 оборот и, наоборот, при большом — ввернуть.

2.6. Диаметр выходного канала инжектора увеличен. Заменить инжектор.

2.7. Неплотность в соединении мундштука. Подтянуть мундштук или притереть его уплотнительную поверхность.

2.8. Перегрелся мундштук и трубка горючей смеси. Охладить в чистой воде.

3. Пламя имеет форму нормального пламени, но через некоторое время оно приобретает форму окислительного или науглероживающего. Неисправна линия подачи кислорода или ацетилена, в результате чего изменяется их давление. Продуть шланги.

4. Пламя периодически изменяет форму, «колеблется» при изменении положения горелки. Конический качающийся клапан *1* шпинделя вентиля *2* закатан

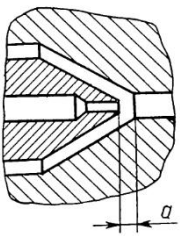



Рис. 23

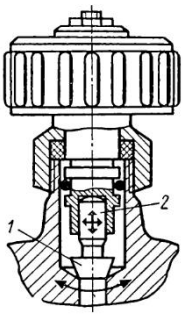



Рис. 24

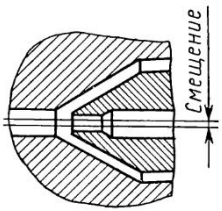



Рис. 25

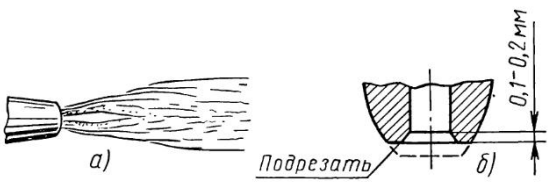



Рис. 26

слабо и имеет большое продольное перемещение (рис. 24). Вторая причина — вода в шланге. Слить воду.

5. Пропуски горючей смеси в уплотнениях. Устранить.

6. Смещение осей канала инжектора и канала смесительной камеры (рис. 25).

7.1. Конусность выходного отверстия мундштука (оно должно иметь форму, показанную на рис. 17) приводит к пламени, показанному на рис. 26, *а*.

Подрезать напильником торец мундштука на 0,5—1 мм (рис. 26, *б*).Прокалибровать отверстие стальной полированной иглой и отполировать мелом. Торец мундштука зачистить наждачным полотном и отполировать мелом (см. задание V).

7.2. Заусенцы в каналах мундштука. Резко искажают форму пламени, разбивая его на несколько бесформенных отростков и языков, направленных в разные стороны (рис. 27).

7.3. Бочкообразная форма сужающейся части канала мундштука (конфузора, рис. 28), образованная при

Рис. 27

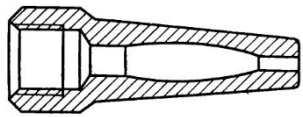


Рис. 28

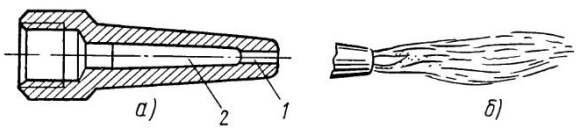



Рис. 29

ремонте (изготовлении), искажает форму пламени и уменьшает скорость истечения горючей смеси из выходного канала сопла, что при перегревах мундштука вызывает образование хлопков и обратных ударов пламени.

Мундштук заменить, так как форму канала восстановить невозможно.

7.4. Несовпадение осей выходного канала *1* и конфузора (конусного канала) *2* (рис. 29, *а*) вызывает резкое снижение скорости истечения горючей смеси, пламя начинает гореть в канале сопла, форма пламени изменяется (рис. 29, *б*). Неисправность эта часто вызывает образование хлопков и обратных ударов.

Исправить дефект путем развертывания конфузора конической разверткой.

Смещение осей относительно друг друга более чем на 0,4—0,5 мм исправить невозможно.

7.5. Уменьшение длины выходного участка канала менее трех диаметров выходного отверстия приводит к образованию пламени с расплывчатыми очертаниями ядра и средней зоны (рис. 30). Пламя склонно к образованию хлопков и обратных ударов. Поэтому, выполняя работы по п. 7.1—7.4, не допускать уменьшения длины цилиндрической части выходного канала сопла мундштука.

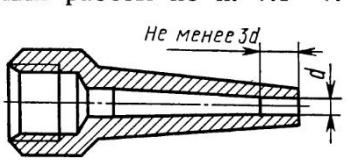



Рис. 30

7.6. Риски, задиры, нагар на стенках отверстия мундштука искажают форму пламени, спо-

собствуют образованию хлопков и обратных ударов. Устранить дефекты калибровкой и полированием выходного отверстия и конфузора, как было показано выше.

7.7. Удалить после обратного удара образовавшийся нагар на стенках каналов мундштука, трубки горючей смеси, смесительной камеры и инжектора, приемами, рассмотренными выше.

## V. Ремонт инжекторных горелок

1. Текущий ремонт включает:

устранение брызг на наружных поверхностях мундштуков, наконечников и корпуса горелки;

прочистку и продувку каналов мундштукор с целью создания разряжения в каналах подачи ацетилена;

создание правильной формы пламени калибровкой выходных каналов мундштуков.

Выполнение текущего ремонта, а также устранение неплотностей в соединениях, не требующих разборки ствола горелки и наконечников, входит в обязанности газосварщика любой квалификации.

2. Средний ремонт включает следующие работы:

устранение неплотностей в сальниках вентилей, в местах присоединения шланговых ниппелей к штуцерам горелки путем притирки мест прилегания в месте посадки инжектора на седло корпуса;

устранение засоров в каналах наконечника;

улучшение разряжения (подсоса) очисткой соответствующих каналов в наконечнике и регулированием положения инжектора (см. раздел II);

ремонт износившихся и поврежденных деталей (мундштуков, инжекторов, маховичков вентилей, гаек для крепления маховичков).

3. Капитальный ремонт включает следующие работы:

устранение неплотностей в местах соединений инжектора с корпусом горелки, резинового кольца наконечника с корпусом горелки; в местах пайки трубок с корпусом, штуцерами, ниппеля и смесительной камеры с трубкой подвода горючей смеси;

устранение засоров в каналах корпуса горелки;

смену износившихся и поврежденных шпинделей вентилей, сальниковых гаек и прокладок всех видов, смесительной камеры, сгоревшей при обратном ударе;

притирку и исправление седел под шпиндели и инжектора в стволе (корпусе) горелки.

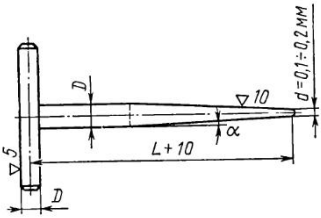



Рис. 31

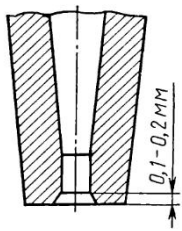



Рис. 32

4. Средний и капитальный ремонт должен выполняться в ремонтных мастерских или слесарем по ремонту газосварочной аппаратуры.

5. Сложный ремонт выполняет квалифицированный сварщик (на предприятиях, где число газосварщиков меньше пяти), имеющий на это разрешение квалифицированной комиссии.

6. Газосварщик обязан ежедневно осматривать мундштук и следить за его технической исправностью.

6.1. Удалить личным напильником, по возможности не затрагивая тело мундштука, образовавшийся нагар и брызги металла. Затем поверхность зачистить наждачной бумагой с зернистостью 220 и отполировать суконной тряпкой, натертой мелом.

6.2. Удалить нагар, копоть и мельчайшие брызги с конфузора и выходного отверстия мундштука. Отвернуть мундштук. Правой рукой взять иглу (рис. 31), заточенную на конус, левой рукой взять мундштук, вставить иглу со стороны резьбы, прочистить каналы, перемещая иглу попеременно в одну и другую стороны. Тщательно отполировать мелом, нанесенным на деревянную иглу.

6.3. Если нагар не удаляется деревянной иглой, снять его конической разверткой.

6.4. Вставить полировальную иглу в конфузор и несколько раз провернуть мундштук на игле для образования гладкой поверхности.

6.5. Взять новый мундштук пальцами левой руки. Правой рукой взять развертку и закруглить кромки входного отверстия на глубине не более 0,1—0,2 мм (рис. 32).

6.6. Устранить обнаруженные царапины глубиной не более 0,2 мм (вмятины, задиры) зачисткой наждачным полотном с зернистостью 220, натянутым на ровную поверхность. В процессе шлифования мундштук все вре-

мя поворачивать вокруг оси на 90°, прижимать к полотну, стараясь не перекашивать во избежание образования скругленных краев на исправляемой поверхности.

6.7. Протереть исправленный мундштук чистой тряпкой, смоченной бензином, продуть чистым воздухом для удаления следов абразивных частиц и металлической стружки.

6.8. Поставить мундштук на наконечник.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 11
## ПРИСОЕДИНЕНИЕ ШЛАНГОВ (РУКАВОВ) К ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОМУ ЗАТВОРУ, РЕДУКТОРУ, ГОРЕЛКЕ, РЕЗАКУ, КЕРОСИНОРЕЗУ, БАЧКУ С КЕРОСИНОМ

**Учебно-производственное задание.** I — правила эксплуатации шлангов при газопламенной обработке материалов.

**Цель задания:** научиться правильно выбирать шланги для кислорода, горючих газов и жидкостей, эксплуатировать шланги так, чтобы не спровоцировать нарушения стабильности процессов газопламенной обработки.

**Оснащение рабочего места.** Пост газопламенной обработки, шланги, плоскогубцы, молотки, отвертки, хомутики, проволока стальная вязальная и медная, мыльный раствор, кисточка.

### I. Правила эксплуатации шлангов при газопламенной обработке материалов

#### Соединение шлангов между собой. Шланги для подачи ацетилена, пропан-бутана, городского газа

1. Взять рукав первого класса. Он должен иметь красный цвет, минимальную длину 10 м, внутренний диаметр 6,3 мм и должен быть рассчитан на рабочее давление до 0,63 МПа.

2. Соединить два шланга с целью расширения зоны обслуживания при работе с горелкой или резаком.

2.1. Взять стальной сдвоенный соединительный шланговый ниппель (рис. 1, *а*).

2.2. Надеть на него концы стыкуемых шлангов (рис. 1, *б*).

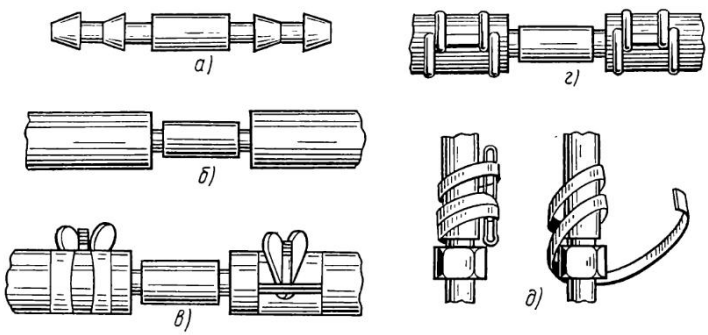



Рис. 1

2.3. Закрепить (надежно) хомутиком из стали (рис. 1, *в*) или проволокой (рис. 1, *г*). Проволоку использовать нежелательно, так как она со временем может прорезать шланг или проржаветь, если она стальная.

3. В случае повреждения шлангов во время эксплуатации (хранения).

3.1. Вырезать дефектное место.

3.2. Соединить концы с помощью сдвоенного стального ниппеля (см. рис. 1, *а*) и закрепить хомутиками.

3.3. Минимальная допустимая длина шланга — 10 м.

3.4. В н и м а н и е! Не допускается использование испорченных шлангов, шлангов, не предназначенных для подачи ацетилена, а также ремонт их с применением изоляционной ленты или других подобных материалов.

4. Продуть шланги сжатым воздухом с целью удаления талька и пыли.

5. Соединить шланг с ниппелем предохранительного затвора. В н и м а н и е! Никакие дополнительные крепления при этом не допускаются.

6. Соединить второй конец шланга с ниппелем горелки (резака) и надежно закрепить специальным хомутиком (рис. 1, *д*).

**Шланги для подачи жидкого топлива (керосина, бензина, уайт-спирита или их смесей)**

1. Взять шланг из бензостойкой резины, окрашенной в желтый цвет. Минимальная длина рукавов, выпускаемых промышленностью,— 10 и 14 м.

2. В н и м а н и е! Запрещается удлинение рукавов с помощью ниппелей, так как горючее может проникать через соединение.

3. Продуть рукав сжатым воздухом.

4. Надежно закрепить один конец рукава на ниппеле бачка, а второй на ниппеле керосинореза или горелки.

**Шланги для подачи кислорода**

1. Использовать для подачи кислорода шланги III класса, состоящие из вулканизированной резины и нескольких слоев льняной или хлопчатобумажной ткани (рис. 2), окрашенных в синий цвет.

2. Продуть шланги сжатым воздухом.

3. Удлинить рукав до размера не более 20 м (большая длина нежелательна, так как снижается давление подаваемого газа).

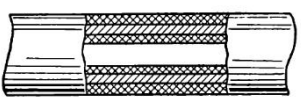


Рис. 2

3.1. Взять штуцер, по форме аналогичный штуцеру для соединения ацетиленовых рукавов (см. рис. 1, *а*), но изготовленный из латуни.

3.2. Одеть концы соединяемых шлангов на штуцер и закрепить хомутиками.

3.3. Присоединить один конец шланга к кислородному редуктору, второй — к горелке.

3.4. Надежно закрепить хомутиками.

4. Обезжирить кислородный шланг (в случае необходимости).

4.1. Заполнить рукав бензином через чистую обезжиренную воронку.

4.2. Залитый бензин перемещать от одного конца рукава до другого подниманием и опусканием концов рукава несколько раз в течение 5—6 мин. Обезжиривание более 6 мин приводит к порче резинового покрытия и поэтому не допускается.

4.3. Слить бензин в сосуд для хранения отработанного бензина.

4.4. Подсоединить один конец шланга к редуктору баллона с азотом. Установить на редукторе давление 0,5—0,6 МПа и продуть шланг. Продувать до полного удаления запаха бензина.

4.5. Наружную поверхность кислородного рукава, загрязненную маслом, протереть чистой салфеткой из бязи, смоченной в бензине.

4.6. Внимание! Кислородные шланги после обезжиривания разрешается эксплуатировать только через 12 ч.

4.7. При обезжиривании шлангов (деталей и узлов горелок) запрещается допускать посторонних лиц к месту работы, пользоваться ударным инструментом и открытым огнем.

4.8. Перед началом работ вывесить знак «Огнеопасно». Работы производить с разрешения администрации и в специально отведенных местах, обеспеченных противопожарными средствами.

4.9. Этиловый спирт применять запрещается, так как он плохо растворяет жиры и масла.

#### Общие правила эксплуатации

1. Внутренний диаметр рукавов должен быть: для горелок малой мощности 6,3 мм; для горелок и резаков нормальной и повышенной мощности 8,0; 9,0; 10; 12; 12,5; 16,0 мм.

2. Проверить герметичность соединений шлангов с ниппелями горелки, резака, керосинореза, предохранительного водяного затвора, бачка керосинореза и редукторов путем нанесения мыльного раствора на места соединений.

3. Оберегать шланги во время работы от соприкосновения с токоведущими проводами, нагретыми предметами, масляными и жировыми материалами, от попадания на них брызг расплавленного металла и искр.

4. Не допускать перекручивания, сплющивания шлангов и переезд их транспортом.

5. Окрасить шланг в красный цвет на длине 0,5 м в случае применения кислородного шланга для работы на газах — заменителях ацетилена.

6. Хранить шланги рекомендуется в аккуратно свернутом виде повешенными на специальный штырь.

7. Перед началом смены и после каждого обратного удара проверять техническое состояние шлангов, продувать их сжатым воздухом (аргоном, азотом).

8. Внимание! Не допускать использования рукавов для подачи ацетилена и керосина для транспортировки кислорода.

9. Рукава типа I, II, III предназначены для работы при температуре от +50 до —35° С. Для работы при температурах окружающей среды ниже —35° С целесо-

образно применять рукава из морозостойкой резины (неокрашенные).

10. Для свободного манипулирования горелкой или резаком длина рукавов должна находиться в пределах 10—20 м.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 12
### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ГАЗОСВАРЩИКА

**Учебно-производственные задания.** I — определение оптимальной зоны для расположения инструмента и материалов, II — посты для газовой сварки, III — обязанности газосварщика.

**Цель заданий:** научиться рациональной научной организации труда и умению применять ее в процессе своей работы.

**Оснащение рабочего места.** Необходимое оборудование, инструмент и материалы.

**Организационные указания.** При организации рабочего места руководствоваться правилами техники безопасности.

## I. Определение оптимальной зоны для расположения инструмента и материалов

1. Наиболее удобная зона досягаемости (стоя и сидя) в горизонтальной плоскости определяется полудугой с радиусом примерно около 350 мм для каждой руки. Максимальная зона для учащихся среднего роста — 550 мм без наклона корпуса и 650 мм — с наклоном корпуса под углом не более 30° (рис. 1).

2. Оптимальная рабочая зона в вертикальной плоскости при работе стоя — 1000×700 мм (рис. 2, заштрихована). Остальные зоны досягаемости рук человека показаны на рис. 2. Наклон корпуса человека при работе стоя должен составлять угол не более 30°.

3. При размещении на рабочем месте инструментов, приспособлений нужно учитывать следующие углы зрения (рис. 3):

угол мгновенной видимости в рабочей зоне — 18°;

угол эффективной видимости в рабочей зоне — 30°;

угол обзора на рабочем месте при фиксированном положении головы — 120°;

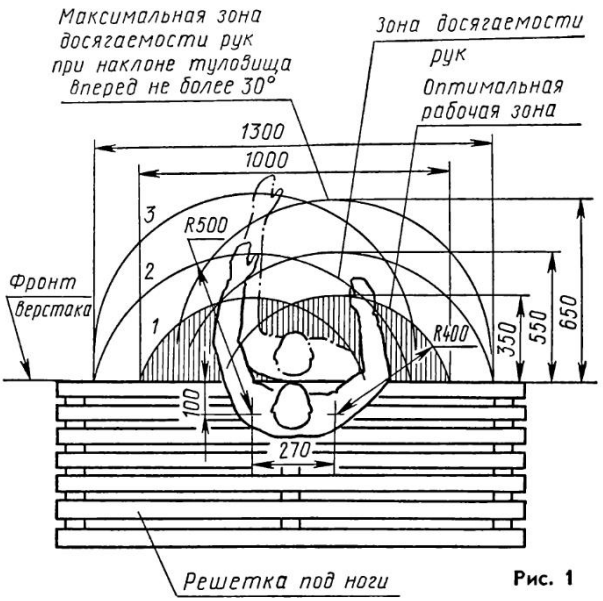

Максимальная зона досягаемости рук при наклоне туловища вперед не более 30°
Зона досягаемости рук
Оптимальная рабочая зона
1300
1000
3
2
1
R500
R400
Фронт верстака
650
550
350
100
270
Решетка под ноги

Рис. 1

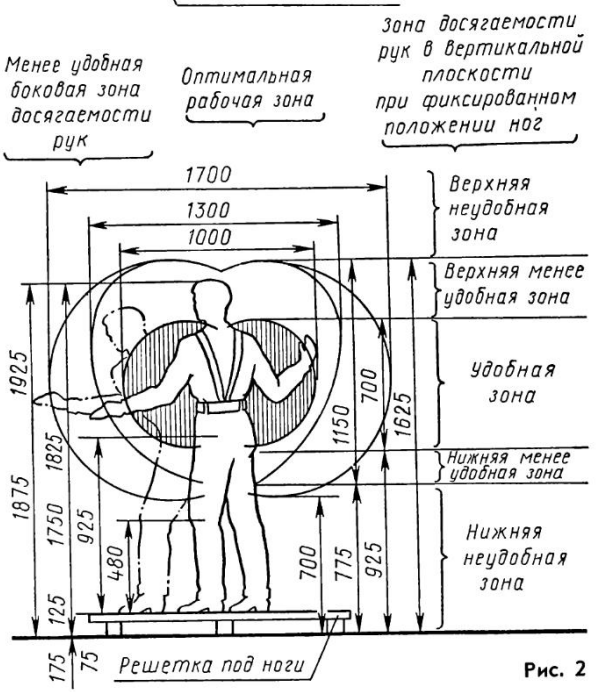

Менее удобная боковая зона досягаемости рук
Оптимальная рабочая зона
Зона досягаемости рук в вертикальной плоскости при фиксированном положении ног
1700
1300
1000
Верхняя неудобная зона
Верхняя менее удобная зона
Удобная зона
Нижняя менее удобная зона
Нижняя неудобная зона
1925
1875
1825
1750
1625
1150
700
925
480
125
175
75
Решетка под ноги

Рис. 2

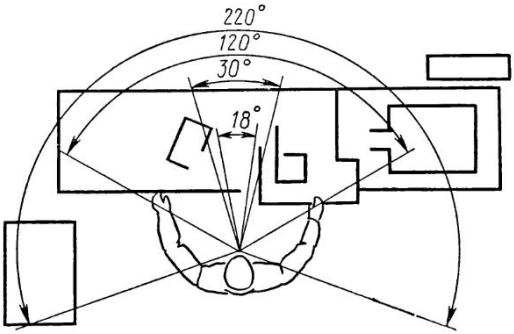



Рис. 3

угол обзора при повороте головы — 220° (поворот головы расширяет зону обзора на угол, соответствующий повороту).

4. Руководствуясь положениями 1—3, следует определять, на каком расстоянии от фронта стола газосварщика или от пола должны находиться материалы, заготовки, детали, инструмент, чтобы рабочему не приходилось выполнять ненужных (лишних) движений, вызывающих дополнительные затраты времени, утомляемость и снижение производительности труда. Кроме того, нужно организовать свое рабочее место так, чтобы по возможности все материалы в любой момент были видны.

Оптимальной должна быть такая организация рабочего места и труда, чтобы не искать нужное среди ненужного и брать нужное не глядя.

## II. Посты для газовой сварки

### Пост для сварки в стационарных условиях

1. На рабочем месте сварщика (рис. 4) должны находиться следующие предметы:

сварочный стол *1* с крышкой *2*, вентиляция с местным отсосом воздуха в количестве 1700—2500 $м^3/ч$ (на рис. 4 не показана), ящик *3* для хранения присадочного материала *4*, редуктор *5* для подачи кислорода в горелку (резак) из кислородопровода *6*, предохранительный затвор *7*, рукава для подачи ацетилена *8* и кислорода *9*, экономизатор *10*, горелка *11*, ящик для воды *12*, стул поворотный *13*.

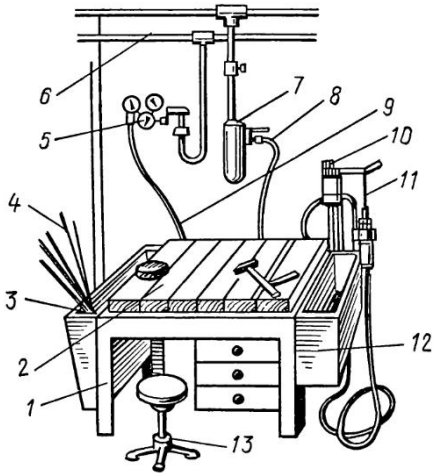



Рис. 4

Кроме предметов (см. рис. 4) на рабочем месте должен быть верстак (стеллаж) с приспособлениями для закрепления свариваемых деталей с тумбочками, ящиками, слесарными тисками.

2. Проверить сварочный стол. Он должен быть изготовлен из металла, стоять устойчиво и иметь такую высоту, чтобы свариваемые детали можно было располагать (по возможности) в удобном для сварки положении.

3. Выдвинуть из тумбочки ящик, взять и положить на стол сварщика справа от себя: металлическую щетку, молоток, зубило, плоскогубцы; слева — коробку с порошкообразным флюсом.

4. Проверить в первом ящике наличие следующего инструмента:

ключей гаечных двусторонних для отвертывания мундштуков, сальниковых, маховичковых, накидных и шланговых гаек (размеры ключей 9×11, 10×12, 14×17, 17×19, 22×24 мм), ключей для открытия кислородных и ацетиленовых вентилей;

напильника плоского личного длиной 150 мм, применяемого для зачистки наружных поверхностей мундштуков от брызг металла;

набора проволоки медной и игл стальных полированных для прочистки отверстий инжекторов, мундштуков и смесительных камер;

развертоk и полировальных игл для мундштуков и смесительных камер;

притиров чугунных для седел вентилей горелок и зенкеров для исправления изношенных седел вентилей горелок;

оправок для восстановления отверстий седел в штуцере при присоединении инжектора и притиров чугунных для штуцеров шланговых;

хомутиков для закрепления шлангов;

ножа перочинного острозаточенного.

5. Проверить во втором ящике стола наличие:

проволоки стальной мягкой диаметром 1,5 мм для закрепления шлангов, в тех случаях, когда по каким-либо причинам отсутствуют хомутики;

полотна наждачного с зернистостью 120, 150, 220 на тканевой основе;

мела тонкого помола для полирования отверстий и мундштуков;

асбеста шнурового диаметром 2 мм и парафинированного для набивки сальников;

абразивного порошка с зернистостью 180 и 220 для притирки деталей горелок.

6. Проверить в третьем ящике стола наличие комплекта наконечников к сварочной горелке.

7. Проверить в тумбочке наличие запаса сварочной проволоки различных марок, а также флюсов.

Проверить наличие и исправность приспособлений для сборки изделий под сварку, для кантовки изделий, для вращения труб при сварке и резке.

8. Проверить исправность вращающегося стула (см. рис. 4). Прежде всего обратить внимание на его высоту, так как в одинаковой степени неудобно и вредно, когда сиденье слишком высокое или слишком низкое. Если сиденье выше нормы, образуется застой крови в голени и стопе. При недостаточной высоте также нарушается кровообращение, поскольку ноги оказываются слишком согнутыми в коленях.

Оптимальная высота сиденья зависит от роста газосварщика: при росте до 160 см — 43 см; 161—170 см — 45 см; 171—180 см — 47 см и свыше 180 см — 49 см.

9. Проверить исправность шлангов для подачи кислорода и ацетилена в горелку, редуктора, предохранительного затвора, средств пожаротушения (ящики с песком, огнетушители, лопаты, ведра и др.).

**Пост для газовой сварки в нестационарных условиях**

1. Организовать рабочее место так, как показано на рис. 5, *а* — при снабжении горелки горючим газом от переносного ацетиленового генератора; на рис. 5, *б* — при снабжении горелки горючим газом от ацетиленового баллона и баллона с сжиженным газом.

2. Проверить наличие и исправность специальных ключей для открывания вентилей кислородного, ацетиленового и пропан-октанового баллонов, ключей для обслуживания горелки (резака).

3. Иметь при себе минимальный набор запасных деталей для своевременной замены вышедших из строя и

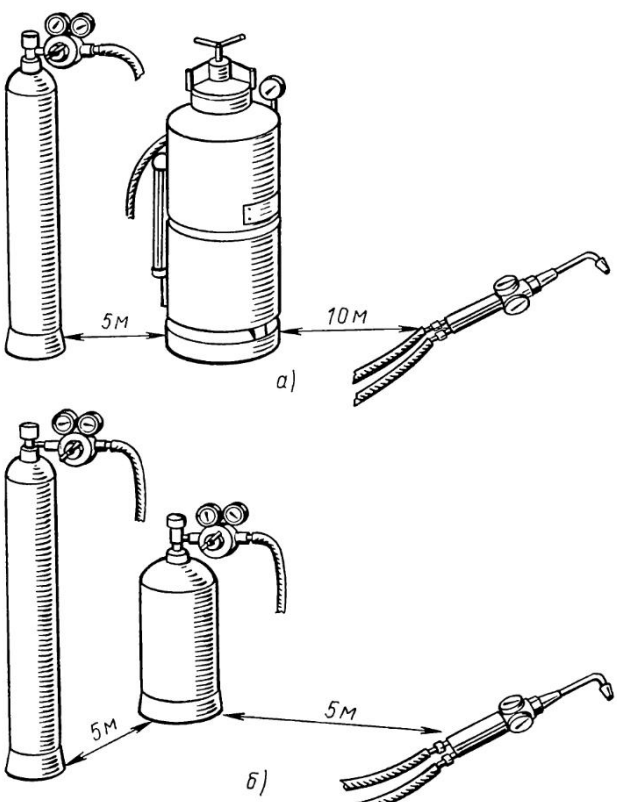



Рис. 5

во избежание перерывов в работе: один мундштук, инжектор того же номера, что и мундштук; кольца сальниковые для горелок (10 шт.), кольца уплотнительные для штуцеров горелок (5 шт.) и кольца резиновые для смесительных камер (5 шт.).

4. Безопасность в работе достигается только при неукоснительном соблюдении правил техники безопасности, исправности сварочной горелки, кислородного редуктора, ацетиленового переносного генератора или ацетиленового редуктора, резиновых рукавов, наличии у газосварщика защитных очков, инструмента.

5. Плановый осмотр и испытание газосварочного оборудования и аппаратуры служат гарантией ее работоспособности и безопасности сварщика.

## III. Обязанности газосварщика

**До начала работы.** 1. Надеть рабочую одежду, застегнуть куртку, штанины брюк напустить на обувь.

2. Убрать волосы под головной убор (берет, косынку).

3. Убрать все лишние предметы со стола сварщика.

4. Проверить наличие на рабочем месте необходимых для успешной работы материалов, заготовок, чертежей, технологических и инструкционных карт, режущего, измерительного и другого инструмента.

5. Прослушать инструктаж мастера.

6. Подготовить оборудование поста к эксплуатации, соблюдая правила, изложенные в картах 6—11.

**Во время работы.** 1. Сохранять порядок на своем рабочем месте.

2. При появлении непрерывных или часто повторяющихся хлопков потушить пламя, охладить наконечник и проверить отверстия мундштука резака (горелки).

3. Класть справа (слева) все то, что при работе приходится брать правой (левой) рукой, класть ближе все, чем приходится пользоваться чаще, а реже употребляемое — дальше.

4. Складывать сваренные детали в определенное место и в соответствующем порядке.

**По окончании работы.** 1. Прибрать и вычистить рабочее место, промыть оборудование, очистить аппаратуру от пыли и загрязнений.

2. Поставить на хранение ацетиленовый генератор, водяной затвор, баллоны с кислородом, ацетиленом, пропан-бутаном.

3. Поставить на хранение неизрасходованный карбид кальция в герметически закрытой таре.

4. Прибрать вспомогательный инструмент в ящик шкафа (верстака).

5. Убедиться в отсутствии очагов возгорания (тлеющих тряпок, горящих окурков и т. п.).

6. Соблюдать правила эксплуатации отдельных составляющих газовый пост деталей и узлов, которые подробно рассмотрены в картах 6—12.

## ТЕМА. ГАЗОВАЯ НАПЛАВКА ВАЛИКОВ И СВАРКА ПЛАСТИН ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В НИЖНЕМ, ГОРИЗОНТАЛЬНОМ И ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИЯХ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 13 НАПЛАВКА ВАЛИКОВ В НИЖНЕМ И НАКЛОННОМ ПОЛОЖЕНИЯХ

**Учебно-производственные задания.** I — плавление металла левым способом газовой сварки, II — наплавка валиков левым способом сварки, III — плавление металла и наплавка валиков правым способом газовой сварки, IV — наплавка валиков по замкнутым контурам.

**Цель заданий:** научиться выбирать и регулировать мощность пламени горелки в зависимости от толщины и марки основного металла; производить наплавку качественных валиков правым и левым способами газовой сварки без присадочного и с присадочным металлом.

**Оснащение рабочего места.** Посты для газовой сварки, горелки с набором сменных наконечников, молотки, зубила, стальные щетки, латунные иглы, сосуды с водой для охлаждения наконечников горелок, сварочная проволока марки Св-08 и Св-08А, пластины из низкоуглеродистых сталей, меди, защитные очки и спецодежда.

**Организационные указания.** Подготовить заранее посты для газовой сварки. Подготовить (к каждому занятию) образцы в требуемом количестве и с разметкой под сварку.

Оснащение рабочего места и организационные указания правомерны для всех карт данной темы.

## 1. Плавление металла левым способом газовой сварки

1. Получить качественный шов путем переплавления основного металла.

1.1. Взять пластину 250×150×(4—5) мм и разметить (рис. 1, *а*).

1.2. Расположить пластину на горизонтальной поверхности стола так, чтобы можно было выполнить наплавку в положении сидя, без наклона корпуса вперед.

1.3. Рассчитать требуемую мощность пламени исходя из толщины выбранной пластины. Установить соответствующий номер наконечника.

1.4. Сесть за стол сварщика, зажечь и отрегулировать пламя до нормального. Проверить наличие запаса ацетилена (см. карту 10).

1.5. Направить пламя на пластину так, чтобы угол наклона мундштука горелки α к поверхности пластины был равным 80—90° (рис. 1, *б*). Такой угол наклона α необходим для быстрого нагрева и образования сварочной ванны.

1.6. Неподвижным пламенем нагреть металл до образования ванночки расплавленного металла диаметром, равным ширине разметки. Нагревать средней зоной пламени, выдерживая длину пламени $L$ (расстояние от мундштука до пластины) в пределах, равных $l_я$ + (2—6) мм, где $l_я$ — длина ядра, зависящая от мощности пламени (номера наконечника).

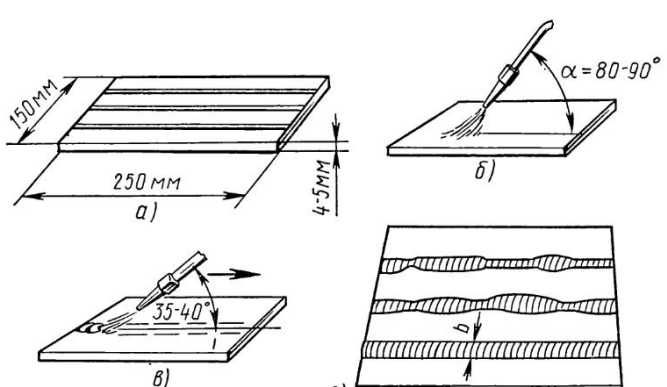



Рис. 1

1.7. После наведения сварочной ванны уменьшить угол $\alpha$ до 35—40° и равномерно без колебаний перемещать пламя вдоль линии разметки (рис. 1, *в*).

1.8. Повторить упражнение столько раз, сколько потребуется для получения шва одинаковой ширины $b$ по длине и с равномерным распределением чешуек поперек шва (рис. 1, *г*). Это достигается путем равномерного перемещения пламени (без задержки и рывков) вдоль шва, соблюдения расстояния $L$ и прямолинейного движения мундштука.

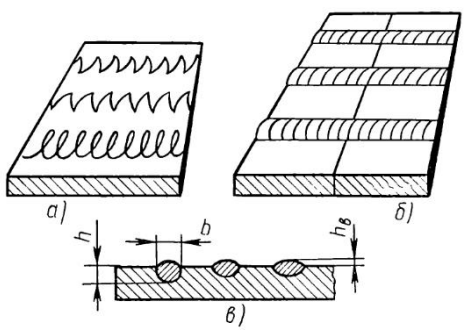



Рис. 2

1.9. Повторить п. 1.3—1.8, перемещая конец мундштука горелки по траекториям, показанным на рис. 2, *а*.

1.10. Наплавить на контрольный образец валики при различных колебательных движениях концом мундштука. Наплавку производить в присутствии товарища по группе, который должен засечь время начала и окончания наплавки с целью определения скорости наплавки, которую необходимо выдержать постоянной при всех наплавках и во время выполнения каждого валика. Наплавлять контрольные валики нужно поперек стыка, образованного двумя пластинами (рис. 2, *б*).

1.11. Разломить образец, измерить штангенциркулем геометрические размеры валика (ширину $b$, глубину проплавления $h$, высоту выпуклости $h_в$ (рис. 2, *в*). Результаты измерений занести в табл. 2 и сделать выводы по каждому валику и общий вывод по всем наплавленным валикам (в сравнении).

*Таблица 2*

| № | Способ плавки | $V_{нап}$, мм/мин | $в$, мм | $h$, мм | $h_в$, мм | Выводы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Без колебания мундштука | 165—167 | 8—8,3 | 2—2,1 | 0,12 | Для выбранной мощности пламени скорость наплавки большая |
| 2 | С колебаниями мундштука | ... | ... | ... | ... | ... |

Общий вывод: при одинаковой скорости наплавки глубина проплавления $h$ максимальная при наплавке без колебаний мундштука горелки.

2. Получить качественные швы на поверхности пластин, расположенных под углом.

2.1. Повторить п. 1.3—1.8 на пластине, установленной под углом 30° (рис. 3, *а*).

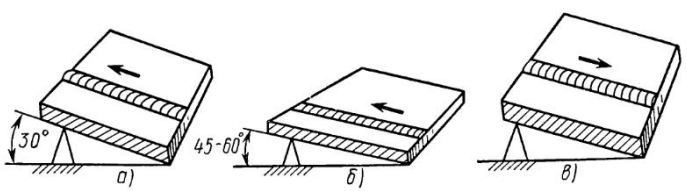



Рис. 3

2.2. Повторить п. 1.3—1.8 на пластинах, установленных под углом 45 и 60°. Наплавку выполнять в направлении стрелки (рис. 3, *б*).

2.3. Повторить п. 1.3.—1.8 на пластинах, устанавливаемых в наклонном положении под углом 30, 45 и 60°. Наплавку валиков осуществлять на спуск (рис. 3, *в*).

## II. Наплавка валиков левым способом сварки

1. Получить качественный наплавленный валик в нижнем положении шва.

1.1. Положить размеченную пластину на горизонтальной поверхности стола сварщика.

1.2. Взять горелку правой рукой, левой рукой взять отрезок проволоки, изогнутой под углом 70—90°.

1.3. Расположить мундштук горелки (без пламени) на расстоянии 13—15 мм от поверхности пластины.

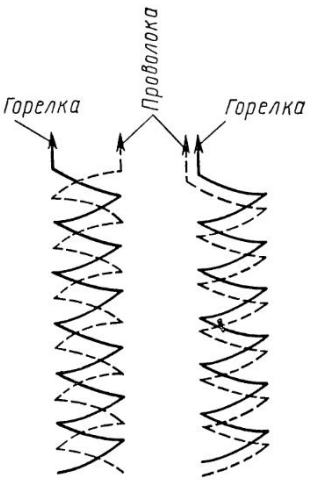



Рис. 4

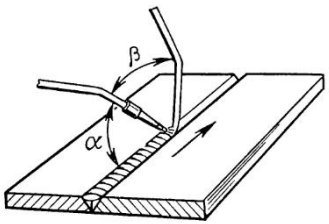



Рис. 5

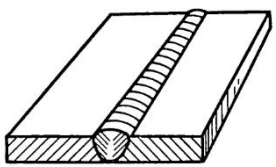


Рис. 6

1.4. Отработать согласованные движения концом мундштука и концом присадочной проволоки, перемещая их навстречу друг другу (рис. 4).

1.5. Зажечь и отрегулировать пламя до нормального.

1.6. Направить пламя на пластину под углом $\alpha = 80 \div 90°$.

1.7. Выдержать расстояние между мундштуком горелки и обрабатываемой поверхностью примерно 13—15 мм.

1.8. Расплавить основной металл в начальной точке наплавки (навести ванну жидкого металла).

1.9. Ввести конец присадочной проволоки в среднюю зону пламени и расплавить.

1.10. Перемещать сварочное пламя справа налево под углом $\alpha = 35 \div 40°$, совершая колебательные движения пламенем и присадочной проволокой по траекториям, изображенным на рис. 4.

Угол $\alpha$ между осями проволоки и мундштука выдерживать в пределах 90° (рис. 5).

1.11. Получить наплавленный валик хорошего внешнего вида — без трещин, подрезов, наплывов, одинаковый по ширине, с равномерным расположением чешуек и с нормальной выпуклостью (рис. 6).

Следует иметь в виду, что этому способствует правильно выбранная мощность пламени и диаметр при-

садочной проволоки, согласованный ритм между движениями концом присадочной проволоки, мундштуком горелки и скоростью наплавки. Например, быстрое перемещение горелки приведет к тому, что расплавленный металл проволоки ляжет на недостаточно прогретый основной металл, в результате получится дефект в виде несплавления основного и присадочного металла.

2. Получить наплавленный валик при расположении пластин под углом 30, 45 и 60°, выполняя наплавку на подъем и на спуск.

### III. Плавление металла и наплавка валиков правым способом газовой сварки

1. Получить качественный шов путем переплавления основного металла (толщина пластины 4—5 мм).

1.1. Выполнить п. 1.1—1.4 (см. карту 13, задание I).

1.2. Расположить мундштук горелки под углом $\alpha = 80 \div 90°$ к пластине. Выдержать оптимальное расстояние между мундштуком и пластиной (оно зависит от номера наконечника).

1.3. Расплавить металл тепловой энергией неподвижного пламени. После получения сварочной ванны диаметром, равным ширине валика, уменьшить $\alpha$ до 35—40°.

1.4. Перемещая горелку слева направо, получить шов равной ширины по его длине, с равномерным расположением чешуек.

1.5. Заканчивая упражнение, медленно отвести мундштук вверх с целью обеспечения надежной защиты остывающего металла шва.

2. Получить качественные швы на поверхности пластин, расположенных под углом.

2.1. Устанавливать пластины последовательно под углом 30, 45 и 60°.

2.2. Переплавить металл в положении на спуск и на подъем.

3. Наплавить валики на пластины, расположенные в нижнем положении и под углом 30, 45 и 60° с применением присадочной проволоки.

3.1. Выполнить упражнения, изложенные выше (см. карту 13, задание II).

3.2. Отличительными особенностями упражнений при правом способе сварки являются: траектории дви-

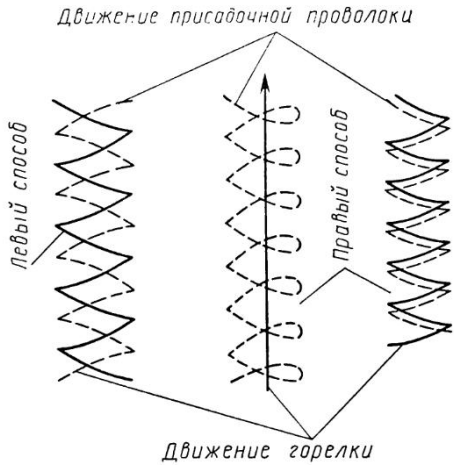



Рис. 7

жения концами мундштука и проволоки (рис. 7), большая мощность пламени (рассчитывается) и меньший диаметр присадочной проволоки.

## IV. Наплавка валиков по замкнутым контурам

1. Разметить на поверхности пластины (допускается использовать обратную сторону пластин, свободную от наплавок) квадрат, окружность, восьмерку и др.

2. Рассчитать мощность сварочного пламени с учетом того, что сварка будет осуществляться попеременно то правым, то левым способом и расстояние $L$ от торца мундштука до поверхности пластины. Выбрать диаметр проволоки.

3. Выбрать исходную удобную точку начала наплавки левым способом.

4. Зажечь и отрегулировать пламя. Наплавить валик по контуру квадрата, соблюдая все правила, изложенные выше. Нарисовать сварочным валиком окружность и восьмерку.

При выполнении наплавки своевременно переходить с одного способа сварки на другой.

5. Получить красивый внешний вид наплавленных валиков путем многократного повторения упражнений.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 14
## СВАРКА ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

**Учебно-производственные задания.** I — сварка пластин с отбортовкой кромок, выполнение нахлесточных соединений, II — выполнение тавровых и угловых соединений.

**Цель заданий:** научиться способам и приемам газовой сварки тонкостенного металла, уметь сваривать различные соединения, грамотно используя уже приобретенные навыки.

### I. Сварка пластин с отбортовкой кромок, выполнение нахлесточных соединений

1. Подготовить пластины к сварке. В дальнейшем этот пункт считать обязательным при сварке всех соединений из низкоуглеродистой стали (карты 15—17).

1.1. Нагреть отбортованные кромки и прилегающие к ним участки металла на ширине 5—10 мм пламенем сварочной горелки.

1.2. Очистить нагретую поверхность от окалины и ржавчины стальной щеткой до металлического блеска.

1.3. Соединить друг с другом пластины сваркой в отдельных точках (рис. 1), с тем чтобы обеспечить отсутствие зазора и неизменное положение пластин относительно друг друга во время сварки.

2. Сварить пластины левым способом сварки и без присадочного металла, расплавляя отбортованные кромки тепловой энергией газового пламени и совершая колебания мундштуком горелки так, как показано на рис. 2, *а* или 2, *б*.

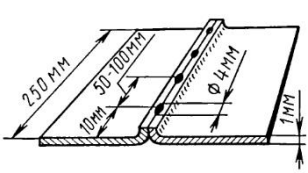



Рис. 1

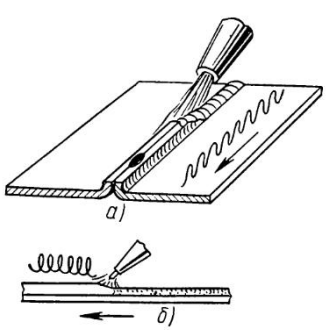



Рис. 2

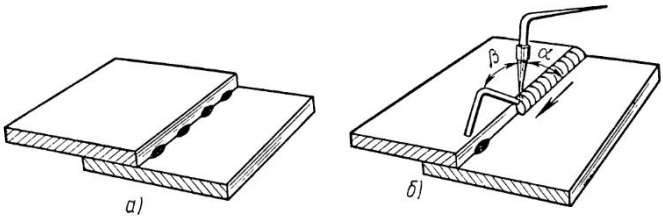



Рис. 3

2.1. При вынужденных перерывах в работе закристализовавшийся металл в кратере переплавить при возобновлении процесса сварки.

3. Собрать нахлесточное соединение на прихватках (рис. 3, *а*).

3.1. Выполнить сварку левым способом с присадочной проволокой.

3.2. Угол наклона α поддерживать в пределах 30°. Угол β должен быть 45° (рис. 3, *б*).

## II. Выполнение тавровых и угловых соединений

### Тавровые соединения

1. Взять две пластины без скоса кромок толщиной 3 мм. Собрать из них тавровое соединение (рис. 4, *а*). Прихватки выполнить с особой тщательностью и на режимах, которые будут использоваться при сварке соединения. В качестве присадочной использовать проволоку марки Св-08 или Св-08А.

2. Выполнить сварку соединения левым способом. Угол наклона мундштука α в процессе сварки поддерживать в пределах 25—30°, а угол β — 45° (рис. 4, *б*). Колебания мундштуком при сварке не совершать.

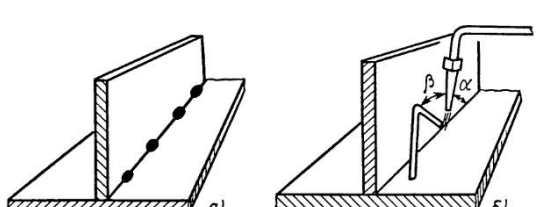



Рис. 4

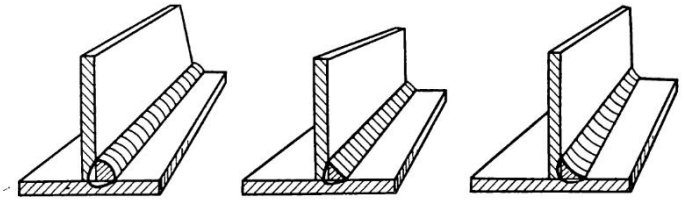


Рис. 5

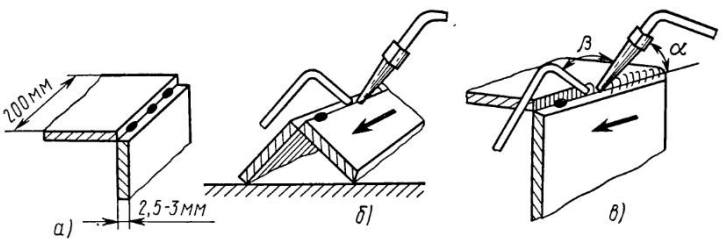



Рис. 6

3. Изменяя количество подаваемого присадочного материала, получить выпуклый шов (рис. 5, *а*), нормальный (рис. 5, *б*) и вогнутый (рис. 5, *в*). Чаще всего при сварке тавровых соединений используют вогнутые швы, создающие меньшие коробления и лучше работающие при знакопеременных нагрузках.

4. Собрать с помощью сварки угловые соединения (рис. 6, *а*) из пластин толщиной 2,5—3 мм. Выполнить сварку соединения в лодочку левым способом (рис. 6, *б*), а затем в угол (рис. 6, *в*), соблюдая технику выполнения угловых швов.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 15
## СВАРКА ПЛАСТИН ТОЛЩИНОЙ БОЛЕЕ 3 мм ВСТЫК БЕЗ СКОСА КРОМОК, С ОДНОСТОРОННИМ И ДВУСТОРОННИМ СКОСОМ КРОМОК

**Учебно-производственные задания.** I — сварка стыковых соединений без скоса кромок, II — сварка стыковых соединений с V-и Х-образным скосом кромок.

**Цель заданий:** научиться рациональным приемам сварки стыковых соединений.

## I. Сварка стыковых соединений без скоса кромок

1. Получить качественное сварное соединение без выпуклости и с выпуклостью шва.

1.1. Собрать две пластины толщиной 4 мм встык с зазором 1,5 мм на прихватках.

1.2. Уложить состыкованные пластины из малоуглеродистой стали на медную (графитовую) подкладку с канавкой для формирования корня шва (рис. 1).

1.3. Рассчитать потребную мощность пламени и установить требуемый номер наконечника. Подготовить проволоку требуемого диаметра в зависимости от способов газовой сварки (левого, правого).

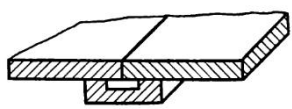


Рис. 1

1.4. Зажечь и отрегулировать пламя.

1.5. Нагреть свариваемые кромки до плавления металла, проплавить металл на всю толщину; ввести присадочную проволоку в ванну расплавленного металла и расплавить ее в количестве, обеспечивающем получение шва без выпуклости (рис. 2, *а*), а затем с выпуклостью (рис. 2, *б*). Строго соблюдать рекомендации, изложенные выше, особенно по регулированию состава пламени, углу наклона горелки.

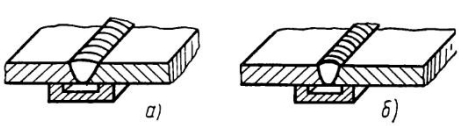



Рис. 2

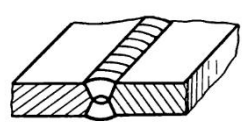


Рис. 3

1.6. Собрать две пластины толщиной 5 мм встык с зазором 1,5 мм. Зазор выдержать равномерным по всей длине.

1.7. Сварить пластины двусторонним швом. Вначале выполнить сварку с одной стороны, обеспечив глубину проплавления 3 мм, равномерную по длине шва. Затем перевернуть образец и наложить валик без выпуклости, обеспечив глубину проплавления не менее 3 мм (рис. 3, *а — д*).

## 11. Сварка стыковых соединений с V- и X-образным скосом кромок

1. Собрать на прихватках пластины толщиной 6 мм встык с V-образной разделкой кромок. Зазор в стыке 2 мм, угол раскрытия кромок 70—90°, притупление 2 мм (рис. 4, *а*).

2. Проварить корень шва левым способом с формированием корня шва на подкладке. Получить валик толщиной 3—4 мм.

3. Тщательно зачистить поверхность валика металлической щеткой.

4. Заполнить разделку вторым валиком, переплавив первый на глубину 1—2 мм (рис. 4, *б*).

5. Собрать на прихватках пластины толщиной 10 мм, подготовленные для образования X-образного стыкового соединения.

6. Заварить стык.

6.1. Проварить корень шва с одной (рис. 5, *а*, поз. *1*), а затем с другой стороны (рис. 5, *а*, поз. *2*).

6.2. Обеспечить провар первого шва не менее 2 мм (рис. 5, *б*, поз. *3*, *4*).

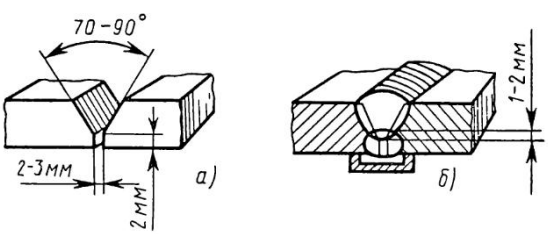



Рис. 4

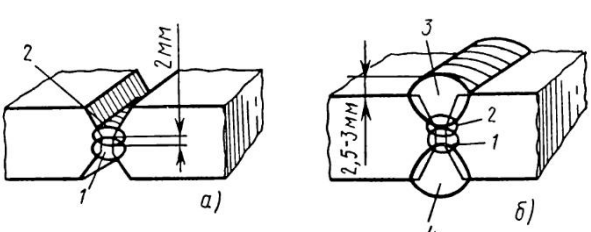



Рис. 5

7. Заполнить разделку. Получить сварное соединение с выпуклостью швов 2,5—3 мм, шириной больше, чем ширина разделки подготовленного образца на 3—4 мм. Сечение шва показано на рис. 5, *б*.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 16
### СВАРКА СТЫКОВ В ВЕРТИКАЛЬНОМ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИЯХ

**Учебно-производственные задания.** I — сварка стыков в вертикальном положении, II — сварка стыков в горизонтальном положении.

**Цель заданий:** научиться правильно выбирать способ газовой сварки для выполнения конкретного сварного соединения.

#### I. Сварка стыков в вертикальном положении

1. Расположить пластину толщиной 6 мм в вертикальном положении.

2. Рассчитать мощность пламени в зависимости от толщины пластины. Выбрать диаметр проволоки в зависимости от предполагаемого способа наплавки.

3. Выполнить наплавку валика снизу вверх левым способом. Пламя направлять на жидкий металл так, чтобы его давлением способствовать удержанию металла в ванне (предотвратить стекание жидкого металла вниз). Горелку расположить под углом 45—60° к оси шва, угол между присадочной проволокой и горелкой выдерживать в пределах 90° (рис. 1, *а*). Конец присадочной проволоки держать в ванне расплавленного металла и им поддерживать металл от вытекания.

4. Выполнить наплавку валика сверху вниз правым способом на той же пластине (иметь в виду, что этот способ применяют для сварки тонкого металла). При наплавке стремиться получить минимальный объем расплавленного металла сварочной ванны (ширина шва 3—4 мм). Давление пламени и конец проволоки использовать для удержания металла от вытекания из ванны. Угол наклона горелки $\alpha = 30 \div 35°$ (рис. 1, *б*).

5. Упражнение по наплавке повторять до получения устойчивых навыков в получении качественных швов (без натеков, равной ширины, с равномерно повторяющимися чешуйками и с одинаковой выпуклостью).

6. Сварить пластины, собранные встык, снизу вверх (толщина пластин 6 мм, сварка с двух сторон).

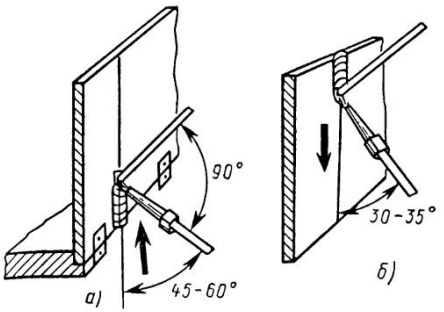



Рис. 1

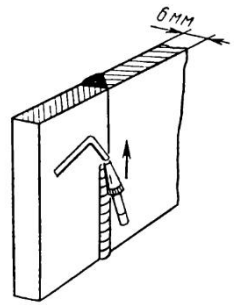



Рис. 2

6.1. Закрепить образец вертикально.

6.2. Заварить стык снизу вверх с одной, а затем с другой стороны (рис. 2). Обеспечить перекрытие валиков не менее 2 мм.

7. Собрать на прихватках стыковое соединение из пластин толщиной 1,5 мм. Установить образец вертикально.

7.1. Сварить стык сверху вниз. Техника выполнения сварки аналогична технике наплавки.

8. Выполнить сварку стыкового соединения сквозным валиком.

8.1. Собрать пластины без скоса кромок и толщиной 6 мм встык и разместить образец в зажимном приспособлении. Зазор в стыке должен быть равным половине толщины свариваемого металла (рис. 3, *а*).

8.2. Прожечь отверстие в исходной точке сварки (рис. 3, *б*).

8.3. Ввести в отверстие присадочную проволоку, расплавить и положить валик на нижнюю часть отверстия (рис. 3, *в*).

8.4. Переместить пламя вверх, расплавить кромки основного металла (металл стекает вниз в ванну), расплавить часть проволоки и положить второй и следующие слои металла (рис. 3, *г*).

Перемещая таким образом горелку и расплавляя проволоку, заварить стык. Колебания проволокой и мундштуком осуществлять по траектории (рис. 3, *д*).

9. Сварить стык сквозным валиком.

9.1. Установить пластины толщиной 12 мм без скоса кромок с зазором 6 мм (рис. 4, *а*).

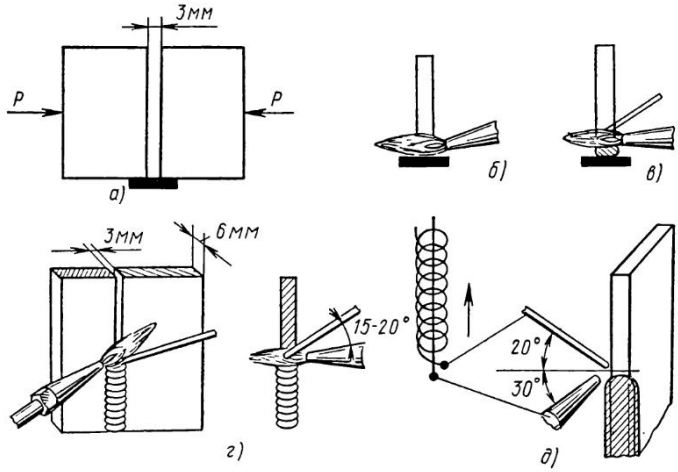



Рис. 3

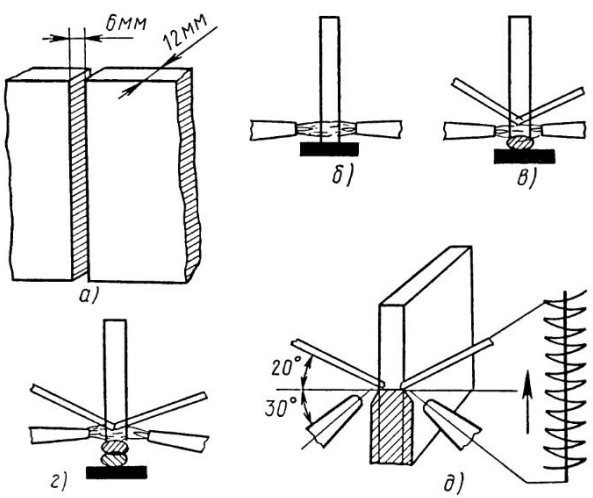



Рис. 4

9.2. Занять исходные положения. Один сварщик располагается с одной, другой — с другой стороны образца.

9.3. Прожечь отверстие в исходной точке (рис. 4, *б*).

9.4. Ввести присадочную проволоку и наложить первый слой в нижней части отверстия (рис. 4, *в*).

9.5. Переместить пламя вверх, расплавить «потолок» отверстия и часть проволоки — образовать второй слой (рис. 4, *г*).

9.6. Производя в следующие моменты времени аналогичные действия, заварить стык. Движения проволоки осуществлять поперек шва, а мундштук горелки перемещать без колебаний (рис. 4, *д*).

## II. Сварка стыков в горизонтальном положении

1. Собрать пластины 250×100×(4—5) мм на прихватках так, как показано на рис. 5, *а*.

2. Установить образец вертикально.

3. Выполнить сварку стыка горизонтальным швом правым способом. Ванну расплавленного металла держать под некоторым углом по отношению к оси стыка (рис. 5, *б*). Добиться отсутствия подрезов на вертикальной стенке верхнего листа и натеков металла на нижнюю пластину.

4. Выполнить горизонтальный шов (наплавку) на сплошной пластине.

4.1. Взять пластину размером 250 × 200 × (4—6) мм, установить ее вертикально на ребро длинной стороны.

4.2. Наплавить валик на вертикальной плоскости по линии горизонта.

4.3. Мундштук горелки расположить так, чтобы газовое пламя было направлено на ванну и своим давлением удерживало металл от вытекания из нее. Ось ванны расположить под углом к оси наплавляемого валика.

5. Собрать стыковое соединение с разделкой кромок (толщина пластины 6 мм, притупление 2 мм).

6. Заварить стык за два прохода.

6.1. Заварить корень шва, применяя технику выполнения сварки, освоенную из предыдущих упражнений.

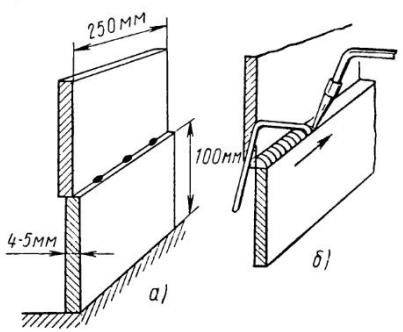



Рис. 5

6.2. Заполнить разделку вторым валиком. В результате должен быть получен шов без видимых дефектов, равный по ширине и выпуклости по всей его длине, с отсутствием дефектов со стороны корня шва. Выпуклость и ширина проплава должны быть равномерны по всей длине.

## ТЕМА. ИЗГОТОВЛЕНИЕ НЕСЛОЖНЫХ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 17
### СВАРКА ПРЯМОУГОЛЬНОЙ КОРОБКИ

**Учебно-производственные задания.** I — сварка прямоугольной коробки из пяти пластин, II — испытание швов на герметичность.

**Цель заданий:** научиться получать сварные изделия правильной формы и размеров, уметь выполнять швы в такой очередности и направлении, чтобы получить сварные конструкции с минимальными короблениями.

**Организационные указания.** Подготовить кромки пластин к сборке и сварке, а также воду для испытаний швов на герметичность.

### I. Сварка прямоугольной коробки из пяти пластин

1. Положить на стол сварщика пластину *1* (дно коробки) из низкоуглеродистой стали размером 200 × × 135 × 4 мм.

2. Положить две пластинки *2* размером 60 × 20 × × 1,5 мм на пластину *1* (рис. 1, *а*).

3. Поставить на пластинки *2* пластину *3* (200 × × 100 × 4 мм) вертикально так, чтобы она находилась от торца пластины *1* на расстоянии 3 мм. Пластину *3* прихватить к пластине *1* точками.

4. Установить пластину *4* на пластины *2* (120 × × 100 × 4 мм) так, чтобы она своей узкой гранью (торцевой частью) образовала зазор между пластиной *3* (стенкой коробки), равный 1,5 мм (рис. 1, *б*).

5. Прихватить пластину *4* к пластинам *3* и *1*.

6. Пристыковать последовательно пластины *5* и *6* (рис. 1, *в*). В результате должна получиться коробка, показанная на рис. 1, *г*.

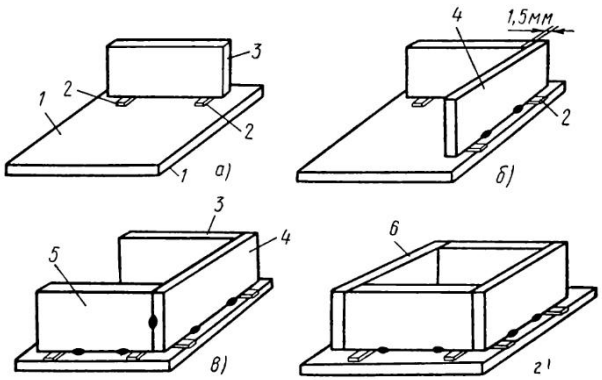



Рис. 1

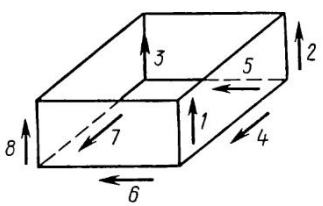



Рис. 2

7. Убрать пластины *2*.

8. Сварить коробку с применением присадочной проволоки нужного диаметра, который выбрать в соответствии с применяемым способом газовой сварки (левым или правым).

8.1. Последовательно выполнить швы *1*, *2* и *3* в направлениях, указанных стрелками (рис. 2).

8.2. Приварить боковые стенки к днищу, выполняя швы *4*, *5*, *6*, *7*, и завершить сварку коробки выполнением шва *8* (см. рис. 2).

Сварные швы должны быть без внешних видимых дефектов (грубую чешуйчатость, наплывы металла — удалить с помощью наждачного круга или напильника).

## II. Испытание швов на герметичность

1. Залить в коробку чистую воду. Убедиться в отсутствии течи.

2. По истечении 20 мин проверить наличие «запотеваний» швов с наружной стороны коробки.

3. В случае наличия дефектов: вырубить дефектное место с помощью молотка и зубила, заварить подготовленное место, повторить испытание швов на герметичность.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 18
### СВАРКА ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ

**Учебно-производственные задания.** I — сборка и сварка балки без применения приспособлений, II — сборка и сварка балки в зажимном приспособлении.

**Цель заданий:** углубить навыки в технике наложения швов, уметь прогнозировать результаты искажения формы сварных конструкций в зависимости от порядка и направления наложения швов; установить, как влияет взаимное направление наложения швов на коробление металла вдоль оси балки (закручивание).

#### I. Сборка и сварка балки без применения приспособлений

1. Взять девять пластин из низкоуглеродистой стали размером 200 × 100 × 4 мм.

2. Собрать на прихватках три образца для сварки двутавровых балок (рис. 1).

3. Изготовить двутавровую балку *1* (разметить балку путем нанесения клейма). Изготовление второй, третьей балок осуществляется другими учащимися.

3.1. Сварить первый стык *1* в нижнем положении и в направлении, показанном стрелкой (рис. 2, *а*).

3.2. Перевернуть балку и сварить стык *2* в нижнем положении в направлении стрелки (рис. 2, *б*).

3.3. Перевернуть балку и выполнить шов *3* (рис. 2, *в*).

3.4. Перевернуть балку и выполнить шов *4* (рис. 2, *г*). В результате получится балка, в которой все швы выполнены в одном направлении (рис. 2, *г*).

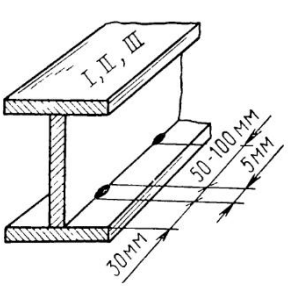


Рис. 1

4. Сварить двутавровую балку II.

4.1. Сварить стык *1* в направлении, указанном стрелкой на рис. 3, *а*. Сварку выполнить в нижнем положении, выполняя угловой шов.

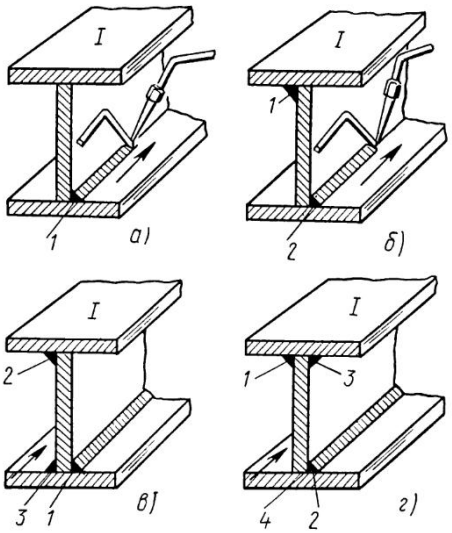



Рис. 2

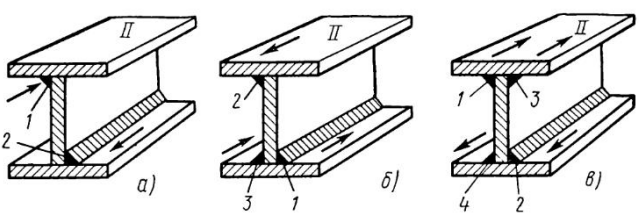



Рис. 3

4.2. Перевернуть балку и сварить стык *2* в направлении, противоположном направлению сварки первого стыка (рис. 3, *а*).

4.3. Перевернуть балку и сварить стык *3* в направлении стрелки (рис. 3, *б*).

4.4. Перевернуть балку и сварить стык *4* (рис. 3, *в*). В результате получится балка швами *1* и *3* в одном и швами *2* и *4* в противоположном направлениях.

5. Сварить двутавровую балку III.

5.1. Сварить стык *1*, *2*, *3* и *4* в нижних положениях и в направлениях, показанных стрелками на рис. 4, т. е. швы *1*, *4* и швы *2*, *3* будут сварены в разных направлениях.

6. Проверить деформации балки вдоль продольной оси (закручивание).

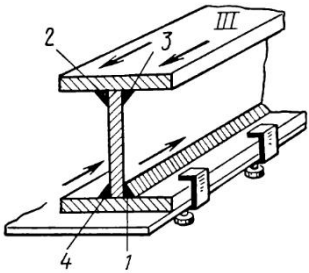



Рис. 4

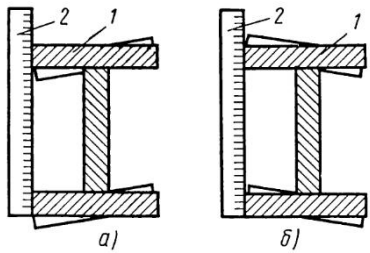



Рис. 5

6.1. Поставить балку на полку *1* в устойчивое свободное положение. Рядом с балкой в месте касания полки со столом (точка *а*) установить вертикально линейку *2* так, чтобы она касалась верхней полки (рис. *5*, *а*).

6.2. Перевести балку в другое устойчивое положение путем поворота ее вокруг продольной оси.

6.3. Поставить линейку *2* на стол так, чтобы один конец расположился в основании балки *1*, а второй касался верхней полки. Измерить угол $\alpha$ — угол закручивания балки (рис. *5*, *б*).

6.4. Аналогичные измерения выполнить для всех балок. Данные измерений занести в таблицу или запомнить.

6.5. Сделать вывод о влиянии направления наложения швов на закручивание балки вдоль продольной оси.

7. Следует помнить, что закручивание возникает вследствие неодновременной поперечной усадки углового шва по его длине. Так, в результате усадки шва *1* (рис. 6) закручивается нижняя часть пояса балки, а шов *2* вызывает закручивание верхней части пояса. Аналогично происходит и закручивание в противоположном направлении при усадке швов *3* и *4*.

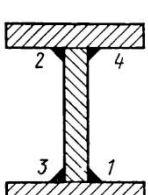



Рис. 6

Однако компенсировать закручивание, вызванное первым и вторым швами, третий и четвертый швы не могут, вследствие того, что первый и второй швы сделали концы полки более жесткими (при выполнении первого и второго шва закручиванию (деформации) препятствовали только прихватки).

8. Направление при наложении швов, принятое при сварке балки *II*, способствует суммированию величины закручивания от отдельных швов. Угол α у балки *III* будет в 4 раза больше, чем при сварке одного шва.

## II. Сборка и сварка балки в зажимном приспособлении

1. Простейшее зажимное приспособление состоит из основания *1* с приваренной к нему пластиной *2*, имеющее вырез *3* (рис. 7). Для жесткого закрепления балки использовать набор струбцин.

2. Собрать балку из трех пластин размером 200 × × 100 × 4 мм.

3. Разместить балку IV в зажимном приспособлении *5* и закрепить струбцинами *6* (рис. 8, *а*).

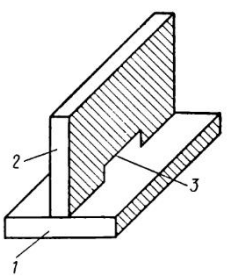


Рис. 7

4. Сварить балку в зажимном приспособлении.

4.1. Сварить стык *1* (см. рис. 8, *а*) левым или правым способом на тех же режимах, которые применяли для сварки предыдущих балок.

4.2. Освободить балку от струбцин (после полного остывания шва).

4.3. Перевернуть балку на 180° вокруг поперечной оси, вставить верхнюю полку в прорезь приспособления. Закрепить струбцинами.

4.4. Сварить стык *2* (рис. 8, *б*).

4.5. Перевернуть балку по часовой стрелке на 180° вокруг продольной оси.

4.6. Установить балку в зажимное приспособление. Закрепить струбцинами и сварить стык *3* (см. рис. 8, *в*).

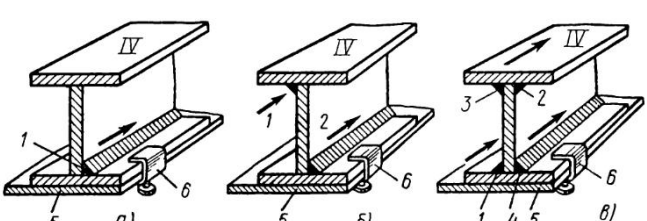


Рис. 8

После остывания шва пластину освободить от зажимов.

4.7. Повернуть балку на 180° вокруг поперечной оси. Установить в зажимное приспособление. Закрепить. Выполнить сварку стыка *4* (сварку вести в том же направлении, что и при выполнении предыдущих швов *1*, *2*, *3*).

4.8. Освободить готовую балку из приспособления.

4.9. Проверить отклонения от формы и размеров.

5. Сравнить результаты проверки с предыдущими, полученными при контроле балок *I*, *II*, *III*.

При правильном жестком закреплении пластин балка, сваренная в зажимном приспособлении, не должна иметь заметных изменений формы (закручивание вокруг продольной оси).

6. Все балки отрихтовать с помощью молотка и нагрева пламенем горелки.

Балки использовать в дальнейшем в качестве образцов для наплавки, сварки балок встык, с целью получения более длинной балки и закрепления навыков и умений сварки металла встык, а также для упражнений по резке металла.

## ТЕМА. ГАЗОВАЯ МНОГОСЛОЙНАЯ НАПЛАВКА И СВАРКА

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 19
### МНОГОСЛОЙНАЯ НАПЛАВКА ПЛОСКИХ И ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Учебно-производственные задания.** I — многослойная наплавка на пластины из низкоуглеродистой стали, II — многослойная наплавка на цилиндрические поверхности, III — наплавка валиков в потолочном положении.

**Цель заданий:** научиться наносить на наплавляемую (заплавляемую) поверхность один, два, три слоя так, чтобы исключить появление дефектов по всей толщине наплавленного металла.

**Организационные указания.** Подготовить сварочные посты, достаточное количество пластин из малоуглеродистой стали толщиной 10—16 мм, обрезки стержней или труб диаметром 30—40 мм и длиной 150—200 мм, пластины с вырезанными отверстиями различной формы и размеров.

## 1. Многослойная наплавка на пластины из низкоуглеродистой стали

1. Наплавить пластину размером 200 × 150 × 8 мм.

1.1. Зачистить поверхность пластины до металлического блеска стальной щеткой.

1.2. Закрепить пластину струбцинами.

1.3. Взять газовую горелку с наконечником № 1.

1.4. Выбрать и установить давление кислорода, расход ацетилена или пропан-бутановой смеси, марку присадочной проволоки, диаметр присадочной проволоки для левого и правого способа наплавки.

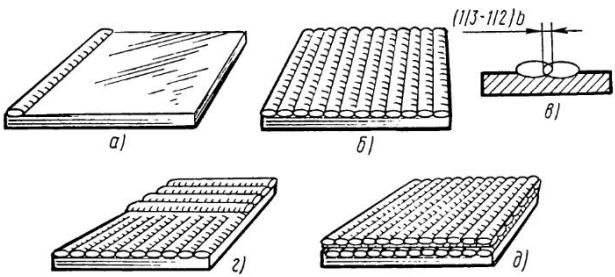



Рис. 1

1.5. Зажечь и отрегулировать пламя до нормального.

1.6. Наплавить валик вдоль пластины, выдерживая равномерную ширину, равную (2—4) $d_э$, и выпуклость, равную (0,5—1) $d_э$ (рис. 1, *а*). При наплавке совершать колебательные движения концом проволоки и мундштуком горелки одним из известных способов.

1.7. Зачистить валик стальной щеткой.

1.8. Наплавить последующие валики на всю поверхность пластины (рис. 1, *б*), перекрывая каждый предыдущий валик на $^1/_3$ или на $^1/_2$ ширины $b$ валика (рис. 1, *в*). Каждый предыдущий валик тщательно очищать стальной щеткой от всевозможных загрязнений.

1.9. Проверить качество наплавки. Наплавленный слой должен выглядеть монолитным без углублений между валиками.

2. Наплавить второй слой, накладывая валики поперек первого наплавленного слоя (рис. 1, *г*).

3. Наплавить (после тщательной очистки предыдущего слоя) третий слой поперек второго (рис. 1, *д*).

Выполняя упражнения, обращать особое внимание на регулирование мощности и состава пламени, установления расстояния от ядра пламени до поверхности металла, углы наклона мундштука горелки (газового пламени) и конца проволоки относительно поверхности изделия, взаимные колебания пламенем и концом проволоки, геометрические размеры швов, качество заварки кратера, величину перекрытия предыдущих валиков, а также зачистку валиков.

4. Наплавленную поверхность обработать на строгальном или шлифовальном станке (привлечь к этой работе учащихся, обучающихся токарному делу). Поверхность не должна иметь пор, несплавлений и неметаллических включений.

### II. Многослойная наплавка на цилиндрические поверхности

1. Наплавить стержень (трубу) диаметром 30—40 мм и длиной 200—250 мм вдоль оси стержня (способ уравновешивания деформаций).

1.1. Наплавить на подготовленную очищенную поверхность валики *1* и *2* (рис. 2, *а*).

1.2. Повернуть на 180° по часовой стрелке стержень или трубу. Наплавить валики *3*, *4*, *5* (рис. 2, *б*). Валик *5* призван устранить деформацию стержня, вызванную усадкой швов *1* и *2*.

1.3. Повернуть образец по часовой стрелке на 90°. Наплавить валики *6*, *7* (рис. 2, *в*).

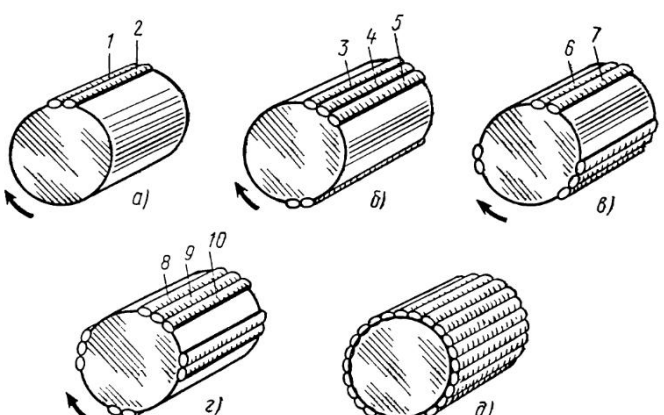



Рис. 2

1.4. Повернуть образец на 180° и наплавить валики *8*, *9* и *10* (рис. 2, *г*).

1.5. Наплавить остальные валики попеременно на диаметрально противоположных сторонах. Наплавленный стержень показан на рис. 2, *д*.

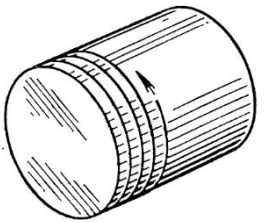


Рис. 3

1.6. Проточить наплавленный стержень на токарном станке. Наплавленный слой не должен иметь пор и шлаковых включений.

2. Наплавить стержень кольцевыми валиками.

2.1. Закрепить стержень диаметром 30—40 мм и длиной 250 мм в патроне описанного токарного станка или другого механизма вращения.

2.2. Установить скорость вращения стержня, равную скорости наплавки газовым пламенем.

2.3. Наплавить стержень кольцевыми валиками по спирали (рис. 3).

2.4. Проточить наплавленный стержень на токарном станке. Поверхность наплавки должна быть без пор, шлаковых включений, несплавлений.

## III. Наплавка валиков в потолочном положении

1. Очистить пластину толщиной 4—6 мм из низкоуглеродистой стали стальной щеткой.

2. Закрепить пластину в приспособлении (рис. 4, *а*).

3. Выполнить наплавку валика в потолочном положении правым способом (рис. 4, *б*), так как в этом случае концом присадочной проволоки и давлением газового потока пламени удерживается жидкий металл в сварочной ванне.

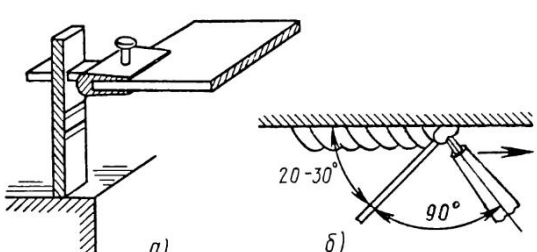



Рис. 4

4. Зачистить первый валик от брызг, шлака и окалины.

5. Нанести слой наплавленного металла последующими валиками, очищая и перекрывая предыдущие валики на $^1/_3$—$^1/_2$ его ширины.

6. Нанести второй слой. Валики накладывать в направлении, перпендикулярном направлению выполнения валиков первого слоя.

7. Снять пластину с приспособления.

8. Прошлифовать (простругать) поверхность наплавки. Проверить отсутствие (наличие) пор, шлаковых включений, несплавлений между валиками, раковин и т. д.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 20
## МНОГОСЛОЙНАЯ ГАЗОВАЯ СВАРКА

**Учебно-производственные задания.** I — многослойная сварка пластин встык с V-образной разделкой кромок, II — многослойная сварка пластин встык с X-образной разделкой кромок, III — заварка отверстий и постановка заплат.

**Цель заданий:** научиться правильно выполнять многослойную сварку, уметь располагать слои и валики в такой последовательности, чтобы исключить или свести к минимуму деформации изделий.

**Организационные указания.** Подготовить посты газовой сварки и достаточное количество пластин с односторонним и двусторонним скосом кромок.

### 1. Многослойная сварка пластин встык с V-образной разделкой кромок

1. Выбрать две пластины размером 250×150×10 мм с односторонним скосом кромок.

2. Зачистить кромки до металлического блеска.

3. Вычислить по формулам необходимую мощность пламени для правого способа сварки и выбрать соответствующий номер наконечника горелки. Собрать горелку.

4. Вычислить по формуле диаметр присадочной проволоки.

5. Зажечь пламя горелки, отрегулировать пламя до нормального.

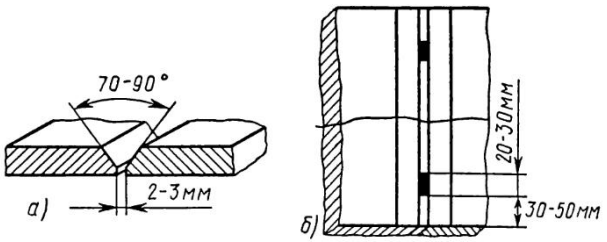



Рис. 1

6. Собрать пластины встык с зазором и поставить прихватки (рис. 1, *а, б*). Прихватки выполнить тщательно, на тех же режимах, какие будут применены при последующей сварке.

7. Заварить корень шва правым способом в нижнем положении, выполняя прямолинейные движения мундштуком и проволокой. При сварке следить за равномерным расплавлением обеих кромок и присадочной проволоки.

8. Зачистить валик от шлака, окалины и брызг металла.

9. Заполнить разделку кромок, накладывая последующий валик на очищенный предыдущий. Раскладку валиков осуществить в последовательности, показанной на рис. 2, *а, б* цифрами. Валики *3* и *4* должны быть плоскими и на 1—2 мм ниже верхних кромок свариваемых пластин.

10. Нанести последний завершающий (декоративный) валик *5*, совершая колебательные движения пламенем и концом проволоки (рис. 2, *в*). Ширина

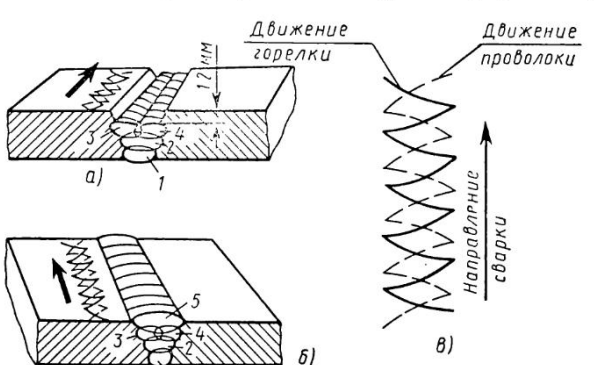



Рис. 2

шва не должна превышать 2—3 мм ширины разделки кромок. Высота выпуклости должна быть 2—3 мм. Переход металла шва к основному должен быть плавным.

11. Собрать аналогичный образец (см. рис. 1).

12. Установить в вертикальном положении.

13. Заварить разделку кромок снизу вверх в такой же последовательности, как рассмотрено выше.

14. Собрать образец под сварку (рис. 3, *а*).

15. Установить образец на ребро так, чтобы пластина без скоса кромок находилась внизу (рис. 3, *б*).

16. Заварить корень шва без полного расплавления притупления (валик 1 рис. 3, *б*).

17. Наложить валик *2*, затем *3* и декоративный *4* (рис. 3, *в*) правым способом, придавая ванне наклонное положение. При выполнении сварки (особенно валиков *3* и *4*) направлять пламя таким образом, чтобы давлением газов пламени удерживать расплавленный металл в ванне (исключить вытекание жидкого металла и его натеки на нерасплавленный металл).

18. Положить пластину на стол сварщика так, чтобы корень шва был вверху (рис. 3, *г*).

19. Взять зубило, молоток и вырубить корень шва, т. е. образовать канавку шириной 5—6 мм и глубиной 2—3 мм (рис. 3, *г*).

20. Заварить канавку за один проход в нижнем положении на режимах, применяемых при заполнении разделки (рис. 3, *д*).

21. Осмотреть сваренные пластины с целью выявления наружных дефектов швов. Швы не должны иметь натеков, грубой чешуйчатости, неравномерности ширины и выпуклости шва по всей длине.

22. Убедиться в наличии угловых деформаций от усадочных явлений, измерив угловые деформации *f* пластин (рис. 4).

23. Собрать образец с V-образной разделкой (рис. 5).

24. Заварить разделку в нижнем положении, обеспечив полный провар корня шва, правильную раскладку валиков и их надежное сплавление с кромками основного металла.

25. Сломать образец по шву на прессе.

26. Внешним осмотром установить отсутствие (наличие) пор, шлаковых включений, непроваров и несплавлений.

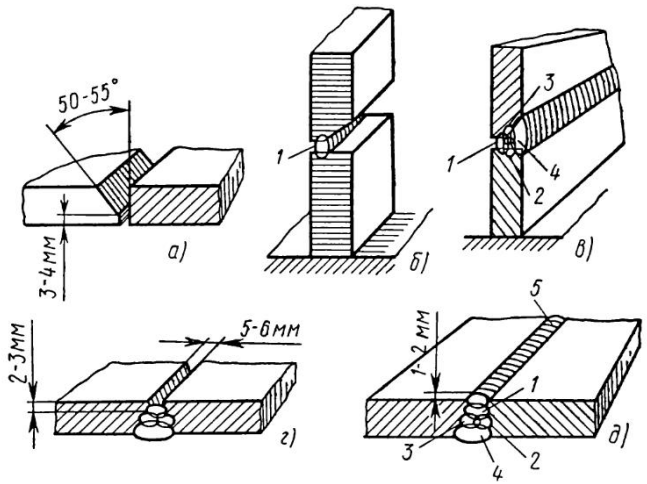



Рис. 3

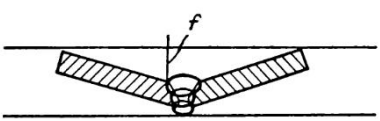



Рис. 4

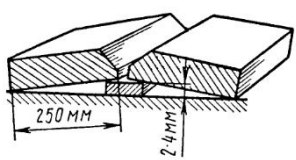



Рис. 5

27. Если имеется оборудование для неразрушающих физических методов контроля, то желательно использовать ультразвук, магнитографию или просвечивание.

## II. Многослойная сварка пластин встык с Х-образной разделкой кромок

1. Взять две пластины из низкоуглеродистой стали размером 250×150×16 мм с двусторонним скосом кромок. Зачистить кромки стальной щеткой. Собрать стыковое соединение (рис. 6, *а*).

2. Рассчитать номер наконечника и диаметр присадочной проволоки для правого способа сварки.

3. Зажечь пламя горелки, отрегулировать пламя до нормального. Поставить прихватки.

4. Нанести первый слой (валик *1*, рис. 6, *б*).

5. Очистить валик *1* от шлака. Наложить валик *2* (рис. 6, *в*).

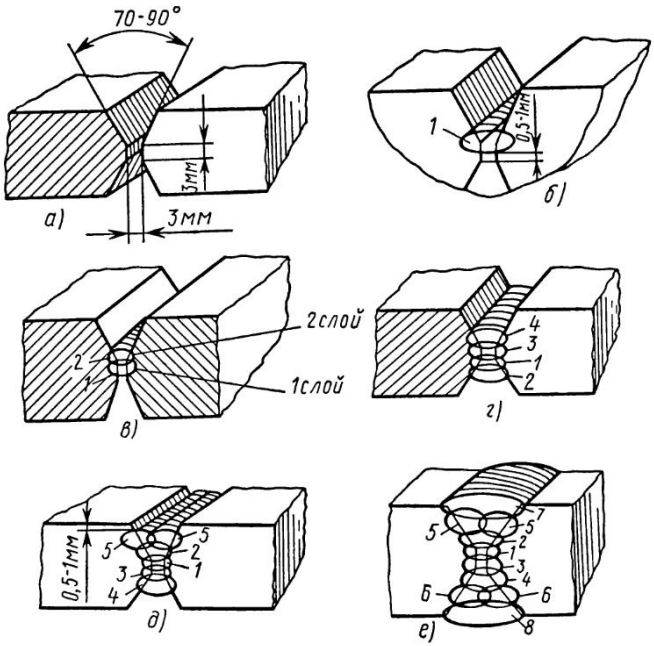



Рис. 6

В результате усадки первого и второго швов возникла некоторая деформация пластин. Если положить третий валик на второй, то деформация увеличится и ее уже невозможно будет компенсировать последующими валиками, которые будут выполнены с обратной стороны шва.

6. Перевернуть пластину. Зачистить кромки разделки и валик *1*.

7. Заварить разделку третьим и четвертым швами (рис. 6, *г*).

8. Перевернуть пластину и выполнить наплавку 5-го слоя (рис. 6, *д*).

9. Перевернуть пластину. Зачистить кромки и шов *4*. Выполнить наплавку 6-го слоя.

10. Переворачивая пластину, нанести декоративные валики.

В результате выполнения сварки Х-образного стыкового соединения должен получиться шов без наружных и внутренних дефектов. Сечение шва показано на рис. 6, *е*.

## III. Заварка отверстий и постановка заплат

### Заварка отверстий небольшого диаметра

1. Расположить в удобном для сварки положении пластину толщиной 10 мм с отверстием диаметром 25—30 мм. Пластину положить на медную плату (рис. 7, *а*).

2. Заварить отверстие левым способом газовой сварки.

2.1. Начать сварку в любой точке на образующей отверстия (рис. 7, *б*). Расплавляя кромки и присадочный металл, наплавить круговой валик, а затем, перекрывая первый валик, наложить второй круговой валик, двигаясь по спирали к центру отверстия (рис. 7, *в*). Заплавить все его сечение.

2.2. Зачистить кромки и поверхность первого слоя от окалины, шлака и брызг с помощью зубила, молотка и стальной щетки.

2.3. Аналогичным образом нанести второй слой (если понадобится, и третий). Начало второго шва сместить относительно начала первого на величину не менее 20 мм.

Валики (в одном слое) перекрывать на $^1/_3$—$^1/_2$ ширины предыдущего валика.

3. Заварить отверстие диаметром 25—30 мм (толщина пластины 10 мм) вторым способом (без медной подкладки).

3.1. Начать сварку первого слоя в любом месте на образующей окружности вблизи от нижней кромки отверстия. Сварку вести левым способом, нанося валик на стенки, двигаясь по спирали к верхней кромке отверстия (рис. 8, *а*).

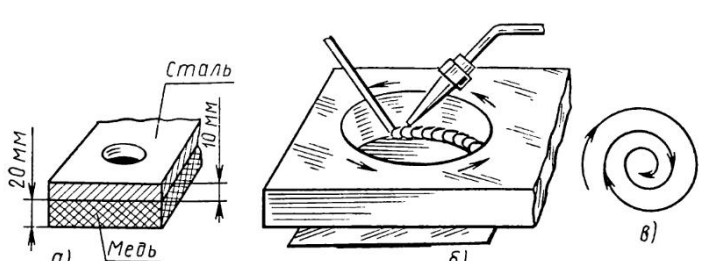



Рис. 7

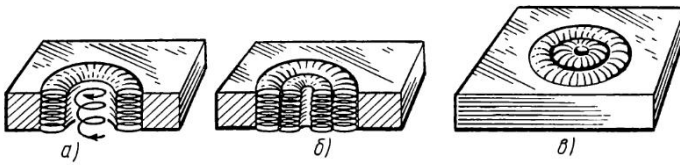



Рис. 8

3.2. Поверхность первого слоя очистить от шлака, окалины и брызг с помощью круглого напильника, зубила и молотка.

3.3. Нанести второй слой (рис. 8, *б*) аналогично первому.

3.4. Очистить поверхность второго слоя.

3.5. Заварить центральное оставшееся отверстие путем последовательного наложения слоев друг на друга (рис. 8, *в*), перемещая пламя и присадочную проволоку снизу вверх по мере заполнения отверстия присадочным металлом.

3.6. Перевернуть пластину, очистить поверхность наплавленного металла, и при необходимости нанести декоративный слой.

**Заварка трещины на пластинах толщиной 10—14 мм**

1. Подготовить образец с трещиной под сварку (если образцов с трещиной нет, то профрезеровать щели длиной 150—200 мм).

1.1. По концам трещины засверлить отверстия (рис. 9, *а*).

1.2. Вырубить зубилом металл и образовать V-образную разделку кромок трещины.

1.3. В середине трещины поставить клин (рис. 9, *б*) с целью избежания уменьшения зазора в процессе сварки. Вместо клина можно поставить прихватку (прихватки).

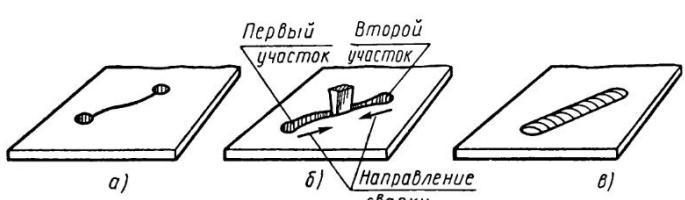



Рис. 9

2. Заварить трещину.

2.1. Заварить корень шва на первом участке. Сварку начать от конца разделки и закончить у клина.

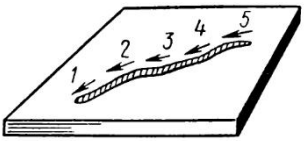


Рис. 10

2.2 Удалить клин.

2.3. Заварить второй участок трещины корневым и вторым валиками.

2.4. Заварить первый участок вторым валиком. Перекрыть конец шва на втором участке не менее чем на 20 мм.

2.5. Нанести декоративный валик (рис. 9, *в*).

3. Заварить трещину длиной более 200 мм, соблюдая последовательность наложения швов (рис. 10).

**Постановка заплат** (толщина металла 5 мм)

1. Взять пластины с предварительно вырезанными прямоугольными, круглыми или овальными отверстиями (рис. 11, *а*).

2. Измерить отверстия.

3. Разметить на сплошной пластине форму заплат.

4. Вырубить заплаты с помощью зубила (допускается вырезка газопламенным резаком).

5. Зачистить кромки отверстий и пластин для заплат.

6. Подогнать заплаты под отверстия. Использовать для этого напильник, наждачный круг и т. д.

7. Закруглить углы отверстий и углы заплат (рис. 11, *б*) с целью исключения образования в этих местах трещин при сварке.

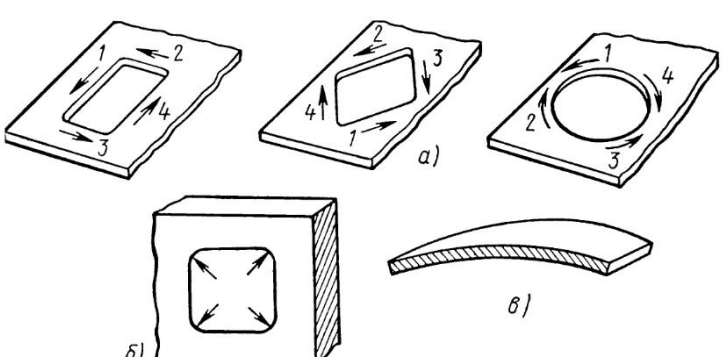


Рис. 11

8. Придать заплате слегка выпуклую форму (рис. 11, *в*). Это необходимо делать с целью предупреждения появления в швах трещин от внутренних напряжений.

9. Поставить заплаты в отверстия и прихватить.

10. Заварить подготовленные образцы обратноступенчатым способом, исключающим или снижающим до минимума деформации образцов. Последовательность наложения швов показана на рис. 11, *а*.

## ТЕМА. ГАЗОВАЯ СВАРКА КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 21
### СВАРКА ТРУБ

**Учебно-производственные задания.** I — сборка стыков труб под сварку, II — сварка труб встык без скоса кромок и при различных положениях стыка в пространстве, III — сварка неповоротных стыков труб.

**Цель заданий:** научиться сваривать стыки труб, расположенных в различных пространственных положениях.

**Организационные указания.** Подготовить достаточное количество обрезков труб из низкоуглеродистой стали диаметром до 300 мм с толщиной стенки от 2 до 8 мм, пластины для изготовления заглушек, заготовки для различного рода цилиндрических сосудов.

Для сварки и сборки необходимо иметь (изготовить заранее) сборочные приспособления и приспособления для поворота труб во время сварки.

### I. Сборка стыков труб под сварку

1. Подготовить торцы труб под сборку и под сварку. Проверить перпендикулярность торца трубы и ее оси при помощи угольника. Отклонение от перпендикулярности не должно быть более 0,5—1,0 мм для труб диаметром 50—100 мм (рис. 1, *а*).

2. Собрать в центраторе несколько образцов из отрезков труб диаметром до 100 мм и с толщиной стенок 2—3 мм.

2.1. Положить отрезок трубы *2* на нижний угольник центратора *1* (рис. 1, *б*).

2.2. Зажать трубу верхним угольником *3* при помо-

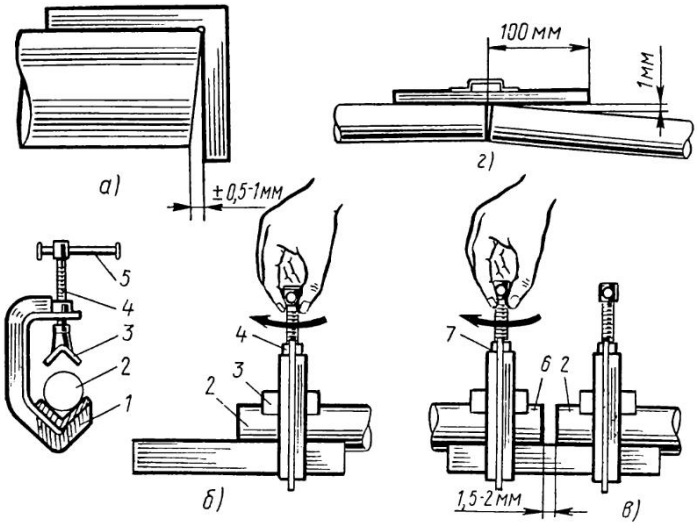



Рис. 1

щи винта *4* путем вращения рукоятки *5* по часовой стрелке (рис. 1, *б*).

2.3. К торцу трубы *2* подвести торец трубы *6*. Установить зазор в стыке 1,5—2 мм.

2.4. Зажать трубу *6* струбциной *7* (рис. 1, *в*).

2.5. Поставить не менее трех прихваток.

2.6. Освободить собранный образец.

2.7. Проверить соосность образца при помощи металлической линейки. Отклонение от поверхности трубы не должно превышать 1 мм на расстоянии от стыка 100 мм (рис. 1, *г*).

2.8. При отклонении от соосности более 1 мм образец отрихтовать.

3. Собрать два образца из отрезков труб диаметром более 200 мм и толщиной стенки 4—6 мм.

3.1. Придать торцам труб перпендикулярность относительно осей труб.

3.2. Сделать скос кромок торцов труб для сборки образца с V-образной разделкой. Угол скоса $(30\pm3)^\circ$ (рис. 2, *а*), притупление кромок 1,5—2,5 мм (привлечь к этой работе учащихся токарей).

3.3. Собрать стыковое соединение в струбцинном (см. рис. 1) или в эксцентриковом центраторе (рис. 2, *б*) с зазором в стыке 2—2,5 мм.

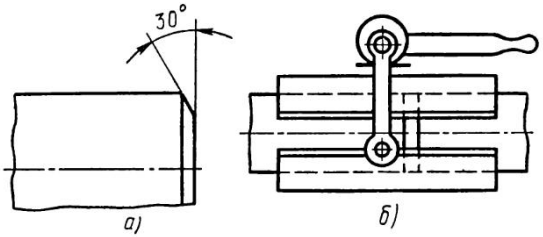



Рис. 2

3.4. Поставить не менее трех прихваток на равном расстоянии друг от друга.

3.5. Освободить образец из центратора. Проверить соосность образца. Положить на складочное место.

## II. Сварка труб встык без скоса кромок и при различных положениях стыка в пространстве

### Сварка стыков при горизонтальном положении оси трубы

1. Собранный стык поместить в приспособление для вращения (списанный токарный станок).

2. Заварить стык левым (рис. 3, *а*) или правым (рис. 3, *б*) способами. Перекрыть начало шва на 20—30 мм. Заварить кратер.

Техника сварки ничем не отличается от техники сварки пластин встык в наклонном положении под углом 45—60°. Особенность состоит в том, что ванночка расплавленного металла должна находиться на расстоянии 10—20 мм от верхней точки трубы. Это позволяет обеспечить качественное формирование шва без прожогов, подрезов и с небольшой выпуклостью.

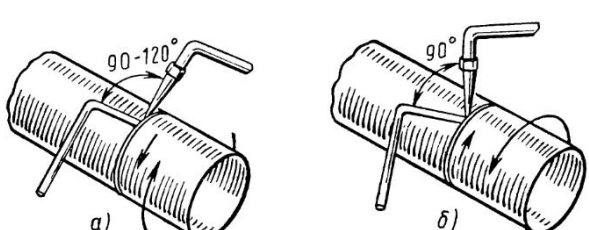



Рис. 3

**Сварка стыков под углом α, равным 30, 45, 60 и 90°**

1. Собрать стыки под различными углами относительно осей соединяемых отрезков труб (рис. 4, *а, б*).

2. Заварить стыки, поворачивая образец при сварке так, чтобы место сварки было все время самым удобным.

Сварку можно выполнять как правым, так и левым способами. Порядок наложения швов при сварке узла из нескольких труб показан на рис. 4. Сначала сваривают отдельные элементы (швы *1—4*), затем швы *5—10*.

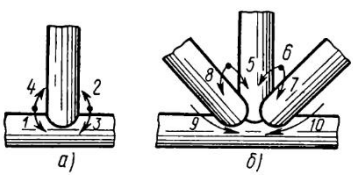



Рис. 4

Рис. 5

**Сварка горизонтальных стыков на трубах, расположенных в вертикальном положении**

1. Поместить образец в приспособление с вертикальной осью вращения (вращатель).

2. Вращая образец со скоростью сварки, заварить горизонтальный стык (рис. 5).

При сварке следить за тем, чтобы не образовывались подрезы на верхней трубе и натеки металла на кромки нижней трубы.

## III. Сварка неповоротных стыков труб

1. Заварить стык на трубах диаметром до 100 мм.

1.1. Установить образец в удобное для сварки положение.

1.2. Разметить мелом трубу по образующей цилиндра (по горизонтальной оси, рис. 6, *а*).

1.3. Заварить половину стыка правым способом (рис. 6, *б*). Обеспечить плавное нарастание катета шва вначале и плавное снижение его в конце шва (*1, 2* — последовательность сварки).

1.4. Заварить вторую половину стыка. Начать сварку на первом валике, отступив от его начала на

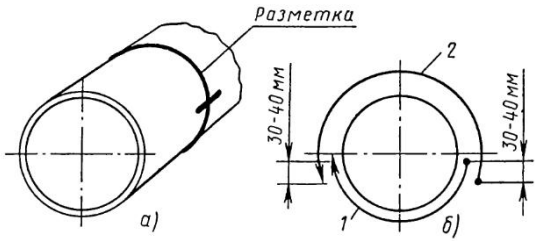



Рис. 6

30—40 мм. Закончить сварку на этом же валике, перекрыв его на 30—40 мм (рис. 6, *б*).

2. Заварить стык на трубах диаметром более 100 мм.

2.1. Установить образец из собранных труб в удобное для сварки положение.

2.2. Разметить стык мелом на четыре участка (рис. 7, *а*).

2.3. Заварить корень стыка (положить корневой валик) в последовательности, показанной на рис. 7, *б* цифрами, и в направлении, показанном стрелками. Обеспечить надежное сплавление валиков на их стыках.

2.4. Наложить второй слой в последовательности и направлении, показанном на рис. 7, *в*.

3. Заварить стык, который нельзя сварить ни с поворотом трубы, ни в потолочном положении.

3.1. Вырезать козырек газовым пламенем при помощи вставного резака или резака для кислородной резки (обладая соответствующими навыками, козырек можно вырезать и пламенем горелки для сварки).

3.2. Заварить оставшуюся часть стыка с внутренней стороны трубы (рис. 8, *а*).

3.3. Очистить кромки трубы и козырька. Поставить козырек на вырезанное отверстие, прихватить.

3.4. Заварить стыковое соединение в последовательности, показанной на рис. 8, *б*. Обеспечить надежное перекрытие начала и конца предыдущих валиков.

4. Приварить заглушку к трубе.

4.1. Установить отрезок трубы на заглушку вертикально (рис. 9). Прихватить. Диаметр заглушки должен быть на 10—15 мм больше диаметра трубы.

4.2. Заварить стык без поворота образца вокруг оси.

Особое внимание уделить правильному расположению горелки и проволоки относительно друг друга в каждый последующий отрезок времени сварки, так как положение горелки и проволоки в каждой точке

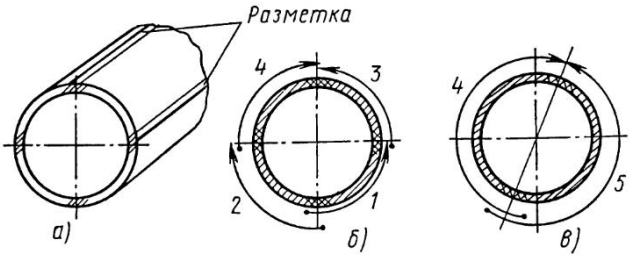



Рис. 7

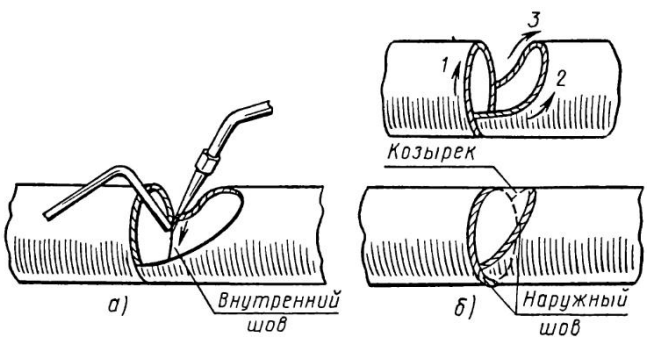



Рис. 8

шва меняется. Следить, чтобы не образовывались подрезы на стенке трубы и наплывы на заглушке.

4.3. Залить воду в трубу и проверить герметичность шва.

5. Контрольные образцы заваренных труб во всех случаях сварки проверить на герметичность керосином.

5.1. Очистить шов от шлака, окалины и других загрязнений. Простукать молотком для лучшего удаления шлака.

5.2. Развести мел в воде.

5.3. Нанести раствор мела на одну сторону сварного шва и просушить раствор.

5.4. Смочить противоположную сторону шва (2—3 раза) керосином.

5.5. Осмотреть образец по истечении 4 ч.

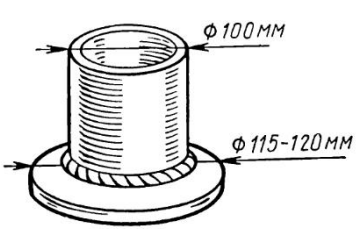



Рис. 9

Дефекты выявить по наличию жирных желтых пятен на поверхности шва.

5.6. Вырубить дефектные участки и заварить вновь.

## ТЕМА. СВАРКА ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 22
### СВАРКА ХРОМИСТЫХ И ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ

**Учебно-производственные задания.** I — наплавка отдельных валиков на пластины, II — сварка пластин встык, III — испытание сварных соединений на прочность, определение размеров зоны термического влияния.

**Цель задания:** научиться выполнять наплавку и сварку пластин из легированных сталей без каких-либо дефектов, ознакомиться с методами испытания сварных соединений на прочность и с определением размеров зоны термического влияния.

**Организационные указания.** Подготовить посты газовой сварки, присадочную проволоку из легированной стали, флюсы, медные пластины, листовой асбест, пластины размером 250×150×(2—6) мм, кисточку для нанесения флюса, таблицы с режимами газовой сварки легированных сталей, микроскоп МИМ-7 (МИМ-8, МИМ-9).

### I. Наплавка отдельных валиков на пластины

1. Очистить поверхность пластины из хромистой стали (например, 1Х13) или хромоникелевой стали (1Х18Н9Т), толщиной 4—5 мм.

2. Выбрать номер наконечника из расчета 70 л/ч на 1 мм толщины металла.

3. Выбрать диаметр присадочной проволоки, равный примерно толщине свариваемого металла. Химический состав проволоки должен соответствовать химическому составу основного металла. Можно также применять проволоку Св-04Х19Н9, Св-06Х19Н9Т.

4. Отрегулировать газовое пламя до строго нормального по химическому составу. Избыток кислорода способствует окислению хрома, а избыток ацетилена приводит к образованию карбидов хрома.

5. Наплавить несколько параллельных валиков на

хромистую сталь в нижнем положении шва сначала левым, а затем правым способом.

После получения качественных наплавленных валиков отработать навыки наплавки валиков в наклонных и вертикальном положениях пластины.

Наплавку выполнять быстро, избегая перерывов и повторных нагревов с целью предупреждения выгорания хрома и выпадения карбидов.

6. Наплавить валики на хромоникелевую сталь.

6.1. Выбрать номер наконечника из расчета 70—75 л/ч ацетилена на 1 мм толщины металла.

6.2. Выбрать присадочную проволоку, содержащую малое количество углерода, титан или ниобий (Св-02Х19Н9, Св-06Х19Н9Т или Св-08Х19Н10Б).

6.3. Наплавить несколько валиков в нижнем, наклонном, вертикальном и горизонтальном положении шва в пространстве.

Наплавку выполнять строго нормальным пламенем на максимальной скорости. Конец присадочной проволоки держать погруженным в сварочную ванну. Мундштук горелки держать под углом 45° к поверхности металла.

7. Контрольные наплавленные валики должны иметь красивый внешний вид (без трещин и других внешних дефектов).

## II. Сварка пластин и труб встык

1. Сварить пластины из среднелегированной хромистой стали 1Х13.

1.1. Собрать пластины встык с разделкой кромок (рис. 1, *а*).

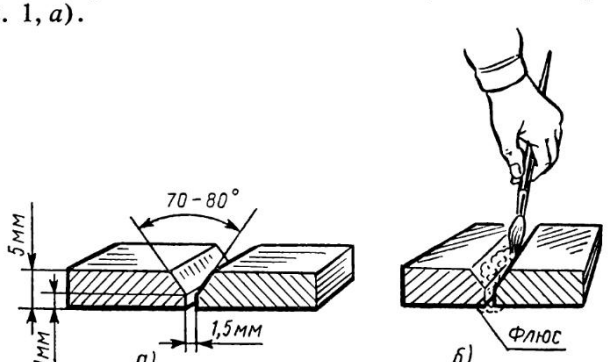



Рис. 1

1.2. Подогреть пластины до 150—200° С при содержании хрома в стали до 14% и до 200—250° С при содержании хрома более 14%. Подогрев применяется с целью уменьшения коробления металла при остывании шва.

1.3. Приготовить флюс следующего состава, %: борной кислоты — 55, оксида кремния — 10, ферромарганца — 100, феррохрома — 10, ферротитана — 5, титановой руды и плавикового шпата — по 5 каждого.

1.4. Развести флюс в воде до пастообразного состояния.

1.5. Нанести кисточкой флюс на поверхность свариваемых кромок с обеих сторон стыка (рис. 1, *б*).

1.6. Выбрать соответствующую мощность нормального пламени, марку и диаметр присадочного металла в зависимости от толщины свариваемого металла.

1.7. Сварить пластины правым способом в один слой. Сварку вести с максимальной скоростью, без перерывов и задержек пламени горелки на одном месте, чтобы не перегреть металл сварочной ванны и околошовной зоны.

1.8. После сварки рекомендуется термообработка. Например, сталь 1Х13 подвергается закалке нагревом до температуры 1050° С с охлаждением на воздухе и последующему отпуску. Отпуск при температуре 500° С обеспечивает предел прочности для этой стали 1000 МПа, при 730° С — 600 МПа (60 кгс/мм$^2$).

2. Сварить пластины толщиной 3 мм на хромоникелевой аустенитной стали 1Х18Н9Т (газовая сварка этих сталей толщиной более 3 мм не рекомендуется).

2.1. Собрать стык из двух пластин без скоса кромок.

2.2. Подготовить пасту из флюса НЖ-8, состоящую из 28% мрамора, 30% фосфора, 10% ферромарганца, 6% ферросилиция, 6% ферротитана и 20% двуокиси титана или флюса, из 80% плавикового шпата и 20% ферротитана (можно применять флюс, состоящий из 50% буры и 50% борной кислоты или из 80% буры и 20% двуокиси кремния).

2.3. За 15—20 мин до начала сварки нанести пасту на свариваемые кромки с лицевой и обратной сторон стыка.

2.4. Выбрать мощность пламени из расчета 75 л/ч ацетилена на 1 мм толщины металла.

2.5. Выбрать марку проволоки того же химического состава, что и свариваемый металл (Св-1Х18Н9Т),

или близкий по химическому составу к основному металлу (Св-0Х18Н9, Св-0Х18Н9С2, Св-Х18Н9Б, Св-1Х18Н11М).

2.6. Положить образец на медную пластину или мокрый асбест для лучшего охлаждения шва.

2.7. Сварить стык. Сварку произвести в один слой строго нормальным пламенем с максимальной скоростью и охладить соединение на воздухе.

2.8. Удалить остатки флюса после сварки тщательной промывкой швов горячей водой.

2.9. Произвести внешний осмотр сварного соединения.

2.10. Вырезать из сваренных пластин образцы для механических испытаний и металлографических исследований.

2.11. Приготовить макрошлифы и протравить их.

2.12. Для улучшения механических свойств, устранения межкристаллической коррозии и деформаций рекомендуется сварные швы нагревать до температуры 1050—1100° С с последующим охлаждением в воде.

## III. Испытание сварных соединений на прочность, определение размеров зоны термического влияния

1. Провести испытания на растяжение и изгиб.

1.1. Вырезать образцы (рис. 2) из сваренных пластин для определения относительного значения временного сопротивления сварного соединения $\sigma_в$.

1.2. Разорвать образец на испытательной машине и определить временно́е сопротивление разрыву ($\sigma_в$). Оно представляет собой напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

2. Провести испытания сварных соединений на изгиб с целью определения пластичности сварного соединения в целом.

2.1. Подготовить образцы испытаний на изгиб (рис. 3).

2.2. Испытать образцы на изгиб. Схемы испытаний приведены на рис. 4. При испытании односторонних швов в растянутой зоне должен располагаться верхний слой металла, а при многослойной сварке — шов, заваренный последним.

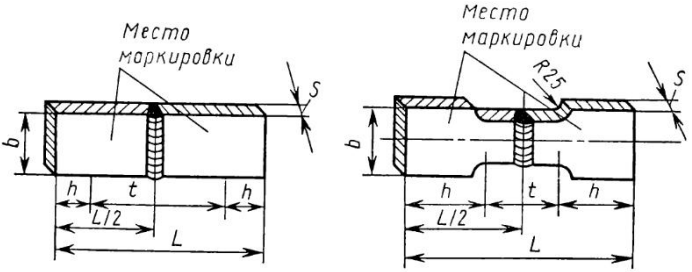



Рис. 2

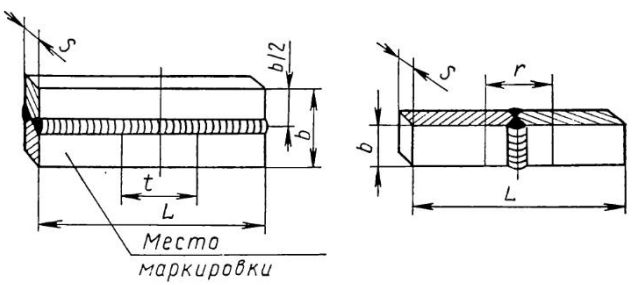



Рис. 3

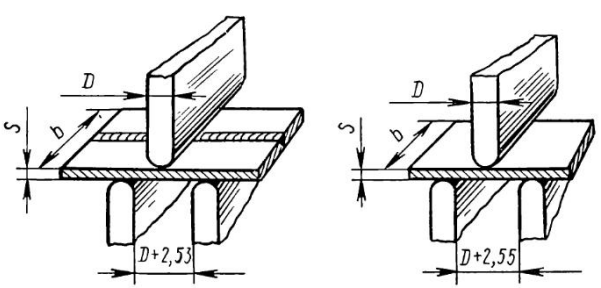



Рис. 4

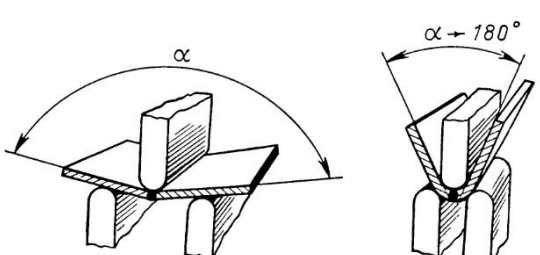



Рис. 5

Для ответственных изделий считается удовлетворительным угол загиба 120—180° (рис. 5), угол загиба, при котором появляется первая трещина.

При отсутствии трещин испытание закончить после загиба образца до параллельности сторон.

3. Определить размеры зоны термического влияния.

3.1. Изготовить шлифы в плоскости поперечного сечения шва путем вырезки темплетов из сварного соединения, последующей шлифовки на наждачной бумаге и травлением. Одним из лучших универсальных реактивов для травления различных сталей является реактив, состоящий из смеси азотной кислоты и хлорных солей.

3.2. Измерить размеры зоны термического влияния на шлифах из низкоуглеродистой и легированной стали.

Сравнить размеры зон и сделать выводы.

## ТЕМА. СВАРКА ЧУГУНА

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 23
### ХОЛОДНАЯ СВАРКА ЧУГУНА

**Учебно-производственные задания.** I — сварка чугунных пластин встык, II — заварка трещин на деталях простой конфигурации с применением компенсации тепловых деформаций.

**Цель заданий:** научиться технике сварки чугуна без подогрева места сварки.

**Организационные указания.** Подготовить специально отлитые детали с трещинами, лом чугунных деталей, брак чугунных литых деталей, литые чугунные стержни разного диаметра, флюс.

### I. Сварка чугунных пластин встык

#### Сварка отлитых пластин

1. Собрать пластины без зазора в корне шва на прихватках (рис. 1).

2. Установить номер наконечника, соответствующий выбранной толщине чугунной пластины. Расход ацетилена выбрать из расчета расхода ацетилена 100—120 $дм^3/ч$ на 1 мм толщины свариваемой детали.

3. Подготовить литой чугунный стержень диаметром 6—8 мм марки Б и прокаленную буру.

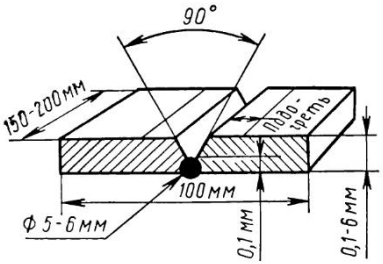



Рис. 1

4. Зажечь пламя горелки. Установить слегка науглероживающее пламя.

5. Подогреть участки металла, прилегающие к кромкам свариваемых пластин на ширине 10—20 мм, пламенем горелки (см. рис. 1).

6. Сварить образец.

6.1. Насыпать на разделанные кромки флюс при помощи лопатки (рис. 2, *а*).

6.2. Разогреть металл в начальной точке сварки пламенем, расположенным перпендикулярно поверхности металла. В процессе сварки наклонить мундштук (пламя) на такой угол, который определяется в зависимости от толщины свариваемого металла.

6.3. Сварить участок длиной 25—50 мм, очищая расплавленный металл от ярко светящихся частиц (различных неметаллических включений) концом прутка и с помощью флюса, периодически вносимого концом прутка.

6.4. Заполнить все сечение разделки расплавленным металлом присадки, применяя притирающие движения концом чугунного прутка по дну ванны (рис. 2, *б*).

6.5. После сварки участка *I* перейти к участку *II* и т. д. Сварку вести возможно быстрее, без перерывов. Не допускать местного перегрева свариваемого изделия.

6.6. После окончания заполнения разделки горелку медленно отводить от шва в течение 2—3 мин. Пламя направлять на участки, прилегающие к шву (рис. 2, *в*).

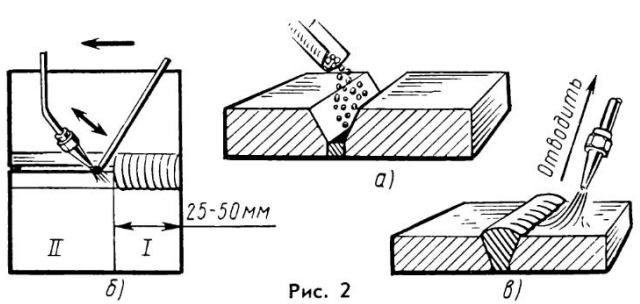



Рис. 2

6.7. Образец засыпать песком или покрыть асбестом для замедленного охлаждения.

**Сварка треснувших деталей типа пластины с толщиной стенки 6—10 мм**

1. Очистить свариваемые кромки и металл на расстоянии 30—50 мм от кромок трещин (механическими способами или стальной щеткой вручную, рис. 3, *а*).

2. Разделать трещину под V-образную форму разделки.

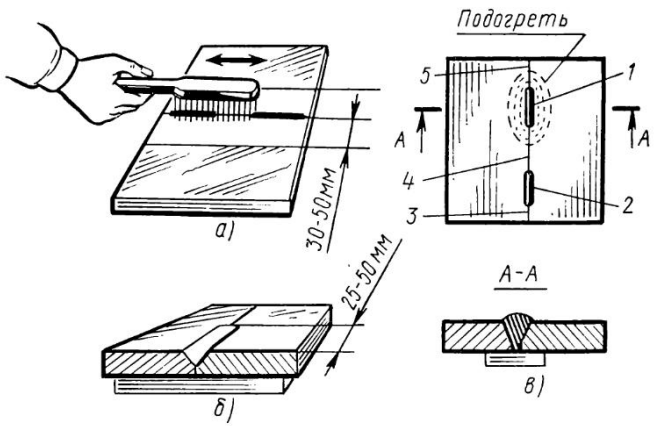



Рис. 3

2.1. Если трещина не распространяется на всю ширину детали, засверлить концы трещины, снять фаски крейцмейселем (зубилом), удаляя за каждый проход стружку толщиной не более 1 мм (чтобы избежать отколов и трещин).

2.2. Если изделие разрушено на две и более части, снять фаски крейцмейселем (зубилом) на отдельных участках длиной 25—50 мм (рис. 3, *б*). Необработанные участки оставить в качестве сборочных поверхностей.

3. Состыковать разрушенную деталь и разместить ее на подкладке из асбеста, графита, огнеупорного кирпича и т. д. (рис. 3, *в*).

4. Подогреть прилегающие к дефекту участки металла.

5. Заварить участки *1*, затем *2* слегка науглероживающим пламенем соответствующей мощности. Обеспечить провар корня шва и полное заполнение при-

садочным металлом разделки (рис. 3, *в*). Сварку вести без перерывов с применением флюсов.

6. Разделать пламенем горелки участок (см. рис. 3, *в*): расплавить металл вдоль трещины пламенем горелки и выплеснуть его концом присадочного прутка. Упражнения выполнять до образования фаски требуемой формы и размеров.

7. Нанести на кромки разделки флюс при помощи лопатки.

8. Заполнить разделку *3*, присадочным металлом. Для удержания металла от вытекания из сварочной ванны рекомендуется применять формовку кромок пластинами из меди или графита.

9. Закрыть часть заваренного шва асбестом.

10. Разделать пламенем горелки и заварить последовательно участки *4* и *5*.

11. Сваренный образец закрыть асбестом или засыпать песком.

### Сварка пластин с двусторонней разделкой кромок

1. Взять образец толщиной 14 мм со сквозной трещиной (рис. 4, *а*). Из-за отсутствия подобных образцов можно использовать пластину без трещины.

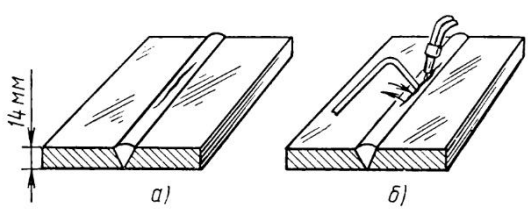



Рис. 4

2. Разделать кромки путем расплавления металла вдоль трещины и удаления его кончиком присадочного прутка или с помощью специального скребка (рис. 4, *б*). Глубину фаски довести до размеров 8—9 мм.

3. Заварить разделку отдельными участками, используя соответствующую мощность пламени (рассчитывается).

4. Заваренную с одной стороны пластину перевернуть, выполнить аналогичным приемом разделку кромок и заварить.

**Сварка (наплавка) отдельных участков с резко измененными свойствами, так называемые участки горелого чугуна**

1. Рассчистить свариваемые (наплавляемые) поверхности. Для этого отдельные участки основного металла довести до плавления при обильном введении флюса и с помощью стального скребка удалить прослойку неметаллических включений (горелый чугун) до выявления полноценного металла.

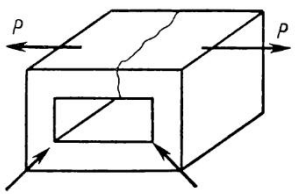


Рис. 5

2. Заварить (наплавить) участок.

3. Таким же образом рассчистить и наплавить следующие участки.

4. Контрольные стыки сломать на прессе. Проверить качество шва по внешнему виду поверхности излома.

5. Следует отметить, что способ холодной сварки чугуна успешно может быть применен на изделиях, имеющих небольшие сечения и простую форму, где деформации могут проходить свободно.

В тех же случаях, когда в результате теплового расширения от нагрева металла в месте сварки происходит изгиб элементов конструкции под действием растягивающих сил *P* (рис. 5) и возможен излом ее в новых местах (рис. 5, стрелки), применяют нагрев изделия в расчете на то, чтобы создать в конструкции равномерную тепловую деформацию, примерно равную той, которая будет возникать в момент заварки трещины.

## II. Заварка трещин на деталях простой конфигурации с применением компенсации тепловых деформаций

1. Вырубить зубилом кромки металла вдоль трещины (рис. 6, *а*). За один проход снимать металл не более 1 мм.

2. Установить медный кристаллизатор в виде скобы (рис. 6, *б*).

3. Равномерно нагреть пламенем горелки раму в месте *А* до температуры порядка 500—550° С (до

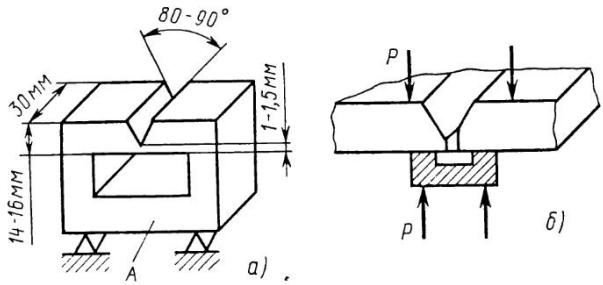



Рис. 6

коричнево-красного цвета). Зазор в стыке трещины должен при этом увеличиваться.

4. Посыпать флюсом разделку.

5. Заварить стык нормальным или слегка науглероживающим пламенем соответствующей мощности (наконечник № 5).

5.1. Подогреть пламенем горелки основной металл в зоне *Б* до невысокой температуры.

5.2. В качестве присадочного металла использовать пруток марки Б диаметром 6—8 мм.

5.3. Заполнить разделку ванным способом сварки, т. е. металл сварочной ванны поддерживать в жидком состоянии до полного заполнения разделки присадочным металлом.

5.4. После окончания сварки медленно отвести пламя на 50—60 мм в течение 2—3 мин. Пламя направлять на основной металл (рядом со сварочной ванной).

5.5. Помнить, что продолжительность перерыва между окончанием подогрева и началом сварки не должна превышать 3—5 мин, с тем чтобы температура детали в месте подогрева перед сваркой была не меньше 400° С.

5.6. Снять кристаллизатор. Осмотреть шов и выявить дефекты. Дефектные места вырубить и заварить.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 24
### ГОРЯЧАЯ СВАРКА ЧУГУНА

**Учебно-производственные задания.** I — подготовка металла к сварке, II — исправление угловых (краевых) дефектов, III — заварка дефектов чугунного литья.

**Цель заданий**: научиться технике сварки чугуна с общим подогревом изделия.

**Организационные указания.** Подготовить посты газовой сварки, инструмент, лом чугунных деталей, бракованное чугунное литье.

## I. Подготовка металла к сварке

### Способы разделки дефектов под сварку

1. Трещины, отбитые части вырубаются пневматическим зубилом или расчищаются пламенем горелки непосредственно перед заваркой: металл дефектного участка расплавляется и удаляется специальным стальным скребком или концом чугунного присадочного прутка.

2. Раковины, пористость, горелый чугун, углубления на поверхности вырубаются пневматическим зубилом и дополнительно расчищаются пламенем горелки в процессе сварки.

### Формовка дефектного участка

1. Если объем дефектного участка превышает 60 $см^3$, то место, предназначенное заварке, должно быть заформовано так, чтобы можно было обеспечить сварку отдельных участков (*1*, *2*, *3*) ванным способом (рис. 1).

2. Формовочную смесь приготовляют по рецепту: 1 кг земли или песка и 60—100 г жидкого стекла тщательно перемешивают до получения однородной клейкой массы.

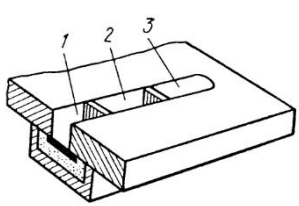


Рис. 1

### Предварительный подогрев деталей

Подогрев осуществлять в горнах, камерных печах и печах других конструкций, во временных печах. Деталь укладывать на основание из огнеупорного кирпича (из металла и т. д.), обкладывать древесным углем и закрывать асбестом. Для поступления воздуха деталь в основании отверстия или специальную систему поддува.

## II. Исправление угловых (краевых) дефектов

1. Наплавить чугун на торец пластины толщиной 30 мм и длиной 60 мм.

1.1. Выбрать номер наконечника в зависимости от площади дефекта $S$ ($см^2$): при $S$ до 5 — № 5; 5—25 — № 6 и свыше 25 — № 7, 8. В данном случае потребуется наконечник № 6.

2. Заменить в наконечнике мундштук на мундштук кумулятивного действия (рис. 2) или увеличить рассверливанием отверстие инжектора до 1,7 мм, выходное отверстие смесительной камеры до 5,25 мм. Это

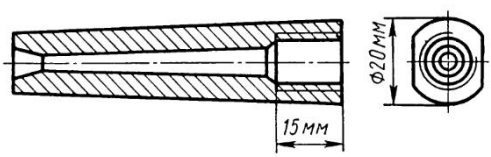



Рис. 2

необходимо для увеличения скорости потока газов пламени и тепловой мощности пламени. Выбрать марку и диаметр чугунного прутка.

2.1. Для горячей сварки чугуна использовать присадочный пруток марки А.

2.2. Диаметр прутков выбирать в зависимости от площади дефекта: при $S$ до 20 $см^2$ — диаметр прутка $d=6\div8$ мм; 20—60 $см^2$ — 10—12 мм; более 60 $см^2$ — 14—16 мм. Форма сечения прутка не оказывает заметного влияния на процесс сварки (наплавки).

3. Подогреть образец в горне.

4. Очистить наплавляемую поверхность от загрязнений стальной щеткой или пламенем горелки.

5. Установить образец вертикально, чтобы наплавку можно было выполнять в нижнем положении.

6. Обеспечить сохранность температуры образца во время наплавки.

7. Зажечь и отрегулировать пламя до слегка науглероживающего.

8. Наплавить поверхность в несколько слоев.

8.1. Нанести на поверхность флюс (буру).

8.2. Направить пламя (восстановительную зону) на поверхность металла под углом $\alpha$ порядка 80° к поверхности, пруток под углом $\beta=60°$ (рис. 3, *а*).

8.3. Расплавить поверхность образца и часть металла прутка. Образовать ванну расплавленного металла.

8.4. В процессе наплавки уменьшить угол наклона мундштука вплоть до 10° (рис. 3, *б*).

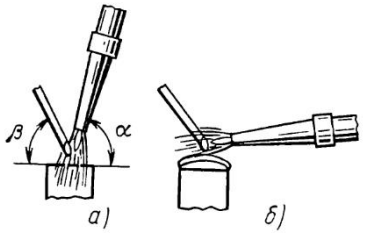


Рис. 3

8.5. В процессе наплавки поддерживать наплавленный металл в полужидком состоянии для предупреждения его стекания. Для этого время от времени отводить горелку для охлаждения ванны. В эти моменты наносить очередную порцию флюса концом присадочного прутка.

8.6. После наплавки первого слоя очистить металл от шлака и других загрязнений.

8.7. Последовательно нанести следующие слои.

При наплавке слоев помнить, что продолжительное задерживание мундштука горелки в верхнем отведенном положении с целью поддержания металла ванны в полужидком состоянии может привести к образованию шлаковых прослоек между слоями или к их несплавлению.

8.8. Если при наплавке все же образуются натеки металла, их оплавляют и удаляют присадочным прутком.

## III. Заварка дефектов чугунного литья

1. Заварить дефект литья типа раковины (пористого участка).

1.1. Подобрать из чугунного лома образец с раковиной (рис. 4, *а*) или другим дефектом с размером, не превышающим 100 $см^2$ (такие дефекты можно исправлять газовой сваркой с присадочными чугунными прутками).

2. Вырубить пневматическим зубилом поверхностный металл в раковине, т. е. подготовить образец под сварку (рис. 4, *б*).

3. Поместить образец в горн для общего подогрева.

4. Взять горелку с наконечником № 7 или № 6 с установленным на нем мундштуком кумулятивного действия (конструкция мундштука приведена на рис. 2).

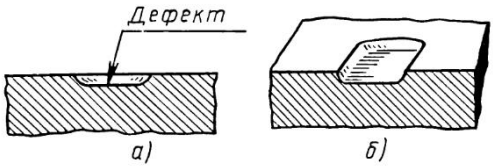



Рис. 4

В случае отсутствия наконечника № 7 и мундштука кумулятивного действия к наконечнику № 7 рассверлить в наконечнике № 6 отверстие инжектора до 1,7 мм и выходное отверстие смесительной камеры до 5,25 мм.

5. Взять присадочный пруток марки А диаметром 10—12 мм при площади дефекта 20—60 см$^2$ или диаметром 14—16 мм при площади свыше 60 см$^2$.

6. Нагретый в горне образец установить в удобное для сварки положение (нижнее).

7. Заварить образец нормальным или лучше слегка науглероживающим пламенем горелки.

7.1. Прогреть пламенем горелки основной металл вокруг дефекта (рис. 5, *а*) до светло-красного цвета (850° С).

7.2. Направить пламя на поверхность разделки (расстояние от ядра пламени до поверхности должно быть 2—3 мм) и довести ее до плавления.

7.3. Нанести флюс на расплавленную поверхность дефектного места и присадочным прутком удалить неметаллические включения (рис. 5, *б*).

7.4. Заполнить дефект расплавленным присадочным материалом, добавляя периодически флюс на кончике прутка и интенсивно перемешивая прутком металл

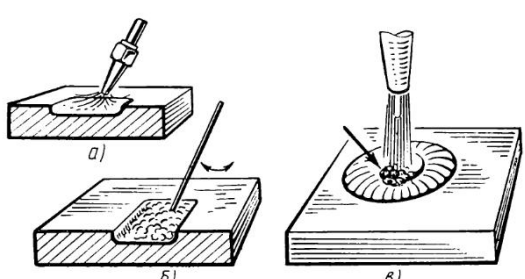



Рис. 5

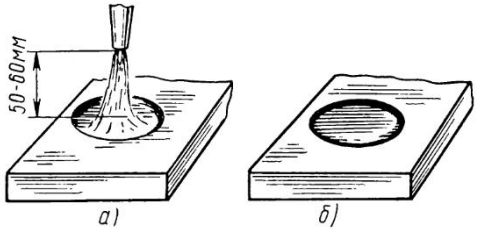



Рис. 6

ванны. Металл сварочной ванны поддерживать в жидком состоянии до полного заполнения дефекта присадочным металлом. Этот способ позволяет полностью удалить газы и неметаллические включения из металла шва и обеспечить равномерную структуру в зоне термического влияния.

В процессе сварки можно установить наличие газовых включений в расплавленном металле. Для этого после наведения жидкой ванны пламенем горелки вытеснить металл, обнажить дно ванны. Наличие газовых пузырей на дне ванны (рис. 5, *в*) указывает на низкое качество присадочного прутка или свариваемого металла. Нужно заменить присадочный пруток и удалить (выплеснуть) ранее наплавленный металл.

7.5. Медленно отвести пламя от поверхности ванны на 50—60 мм и подогревать металл в течение 2—3 мин (рис. 6, *а*).

Процесс замедленного охлаждения контролировать визуально через защитные очки: сначала образовывается темная полоса охлаждающегося металла по периметру дефекта (рис. 6, *б*), постепенно она увеличивается в размерах в направлении центра сварочной ванны.

7.6. Пламя горелки погасить при распространении темной поверхности на центр ванны.

7.7. Исправленную деталь засыпать сухим песком или закрыть асбестом для замедленного охлаждения.

7.8. С целью предупреждения образования трещин рекомендуется произвести отжиг путем нагрева в горне (печи) до 650—750° С и охлаждения вместе с печью (горном).

7.9. На заваренном участке и около шва просверлить два-три отверстия на глубину 5—10 мм. Если сверление идет легко, то это указывает на отсутствие структуры отбеленного чугуна.

**ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 25**
**ПАЙКО-СВАРКА ЧУГУНА**

**Учебно-производственные задания.** I — низкотемпературная пайко-сварка чугунными присадочными материалами, II — низкотемпературная пайко-сварка латунными припоями, III — пайко-сварка чугуна латунными припоями.

**Цель заданий**: научиться различным способам исправления дефектов чугунных изделий, освоить технику и уметь качественно выполнять пайко-сварку чугуна.

**Организационные указания.** Подготовить посты газовой сварки, чугунные образцы, присадочные чугунные прутки марки УНУ-2 (НЧ-2), латунную проволоку Л62 или ЛК62-0,5, флюс МАФ-1, прокаленную буру, стальные щетки, фрезерные, сверлильные и шлифовальные станки, зубила и молотки.

## I. Низкотемпературная пайко-сварка чугунными присадочными материалами

### Пайко-сварка сквозных дефектов

1. Выбрать пластину толщиной 10—16 мм, расколотую на две и более части (рис. 1, *а*).

2. Разделить кромки под пайко-сварку (рис. 1, *б*) так, чтобы можно было обеспечить равномерный прогрев кромок пламенем горелки.

3. Собрать образец встык на прихватках и расположить в удобное для сварки положение (нижнее).

4. Подготовить флюс марки МАФ-1.

5. Подготовить чугунные прутки диаметром 6—8 мм марки УНЧ-2.

6. Выбрать номер наконечника из расчета, что мощность пламени должна составлять 75 $дм^3$/ч ацетилена на 1 мм толщины металла.

7. Зажечь пламя и отрегулировать до нормального или слегка науглероживающего.

8. Выполнить пайко-сварку стыкового соединения.

8.1. Нагреть поверхность кромок до температуры порядка 300—400° С и нанести флюс.

8.2. Продолжить нагрев кромок до температуры 750—800° С (до темно-красного цвета).

8.3. Нанести первую каплю расплавленного присадочного прутка на верхнюю кромку (рис. 2, *а*).

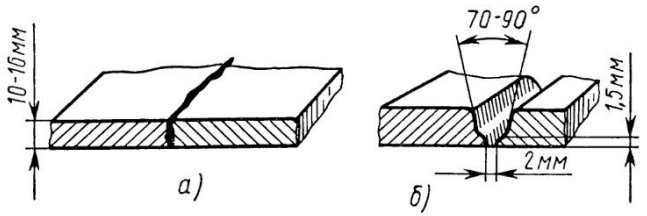



Рис. 1

8.4. Давлением пламени переместить каплю вниз к зазору (рис. 2, *б*). При перемещении капля растекается по поверхности и покрывает ее тонким слоем.

8.5. Нанести вторую каплю там, где закончили процесс растекания (облуживания) первой капли, силой струи пламени оттеснить каплю к верхней части кромки (рис. 2, *в*).

8.6. Нанести последующие капли (рис. 2, *г*) и таким образом облудить всю поверхность разделки.

8.7. Заполнить разделку тонкими слоями. При наложении валиков не допускать расплавления основного металла. Флюс наносить концом присадочного прутка. Валики раскладывать так, чтобы обеспечить надежное сплавление их друг с другом и с облуженной поверхностью. Расстояние от ядра пламени до поверхности металла должно быть 10—15 мм (во избежание перегрева основного металла).

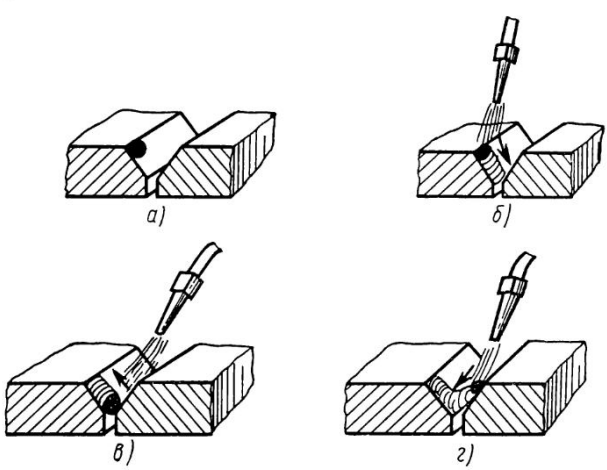



Рис. 2

9. При выполнении пайко-сварки допускается общий подогрев деталей до 300—400° С, что в значительной степени облегчает выполнение работы по устранению дефектов на толстостенных деталях.

10. При правильном выполнении пайко-сварки чугунными присадочными материалами твердость в зоне сварного соединения не превышает НВ200—250, а прочность металла на растяжение составляет 160—200 МПа.

## 11. Низкотемпературная пайко-сварка латунными припоями

1. Повторить п. 1—3 предыдущего раздела.

2. Подготовить флюс марки ФПСК-1 для нейтрализации действия свободного графита, мешающего смачиванию поверхности чугуна припоем.

3. Подготовить в качестве припоя кремнистую проволоку ЛОК-59-1-03 или латунную марки Л63.

4. Рассчитать мощность пламени (60—75 $дм^3$/ч ацетилена на 1 мм толщины детали).

5. Зажечь пламя, отрегулировать его с небольшим избытком кислорода с целью предупреждения выгорания цинка.

6. Нагреть поверхность соединяемых кромок до температуры 450—500° С и нанести флюс.

7. Продолжать нагрев наиболее мягкой частью факела пламени (рис. 3) до начала расплавления флюса (примерно до 650—750° С). Расплавление флюса служит сигналом для расплавления латунного припоя.

8. После полного расплавления флюса мундштук горелки опустить и удалить из разделки избыток флюса.

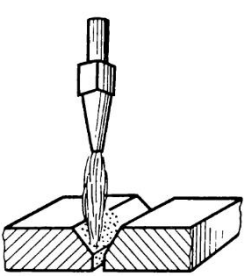


Рис. 3

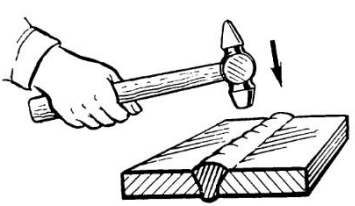


Рис. 4

9. Расплавить припой высокотемпературной зоной пламени и ванным методом с движением горелки по спирали заполнить разделку.

10. Проковать наплавленный металл медным молотком (рис. 4) сразу же после сварки и при температуре металла 600—700° С.

11. Низкотемпературную пайко-сварку латунными припоями применяют в тех случаях, когда припуск на обработку составляет несколько микрон (обработанные сопрягаемые поверхности станков и др.).

## III. Пайко-сварка чугуна латунными припоями

1. Взять чугунную пластину толщиной 10 мм (кусок лома) с трещиной (рис. 5, *а*). Очистить от загрязнений обтирочным материалом.

2. Засверлить на концах трещины отверстия диаметром 6—8 мм (рис. 5, *б*).

3. Разделить трещину пневматическим зубилом (ручным зубилом, на фрезерном или шлифовальном станке) под V-образную форму с приступлением 1,5 мм (рис. 5, *в*).

4. Установить пластину в наклонном положении (рис. 5, *г*) для обеспечения большей высоты наплавляемого слоя.

5. Подготовить латунную проволоку марки Л63 или ЛОК59-1-03. Припой ЛОК59-1-03 обеспечивает получение более плотного шва и незначительный угар

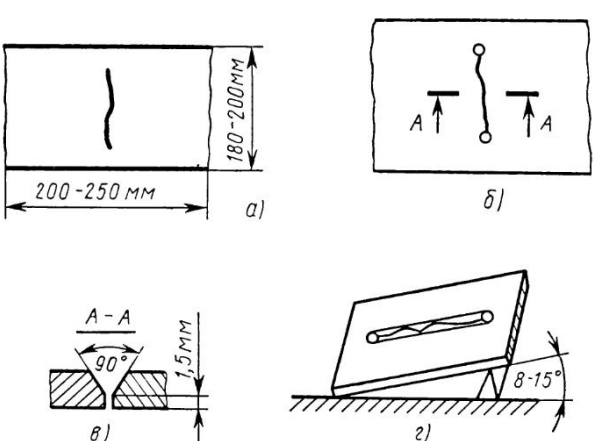



Рис. 5

цинка. Выбрать диаметр присадочного прутка, который зависит от высоты наплавляемого слоя $h$: при $h=3\div4$ мм $d=4\div6$ мм; при $h=5\div6$ мм $d=8\div12$ мм; при $h=6\div7$ мм $d=10\div12$ мм.

6. Подготовить флюсы следующего состава: 100% буры; 50% буры и 50% кислоты борной для наплавки валиков на поверхность пластины. Для сварки V-образной разделки подготовить флюсы марки ФСМ-1, ФСМ-2, ЛОМНА49-25-1Л-4-0,4.

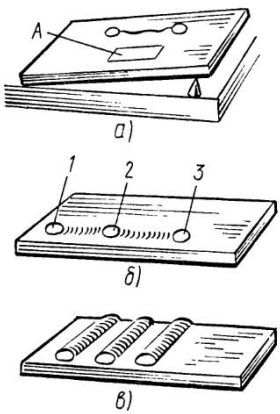



Рис. 6

7. Взять горелку с наконечником, обеспечивающим мощность пламени около 60—75 дм$^3$/ч ацетилена на 1 мм толщины металла.

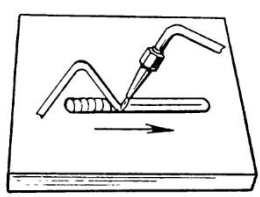


Рис. 7

8. Зажечь пламя и отрегулировать до окислительного, т. е. с избытком кислорода до 30—40%.

9. Наплавить валики на поверхность образца латунным припоем Л63 с применением прокаленной буры.

9.1. Удалить с участка *А* пластины (рис. 6, *а*) графит на глубину 0,12—0,15 мм одним из следующих способов: поверхность покрыть пастой из железных опилок и борной кислоты и нагреть пламенем горелки до 750—900° С; нагреть пламенем горелки до такой же температуры.

9.2. Наплавить валик в направлении снизу вверх. Нанести каплю припоя *1* в начале наплавки и распределить ее по поверхности пластины давлением потока пламени (облудить поверхность, рис. 6, *б*); нанести последовательно капли *2*, *3* и т. д., т. е. облудить поверхность пластины на всю длину наплавляемого валика.

9.3. Наплавить валик. Конец ядра пламени держать на расстоянии 10—15 мм от наплавляемой поверхности.

9.4. Наплавить несколько параллельных валиков одинаковой ширины и выпуклости (рис. 6, *в*).

Необходимо помнить о том, что при достаточном нагреве поверхности чугуна латунь легко растекается тонким слоем. Если же она скатывается в виде шариков, то это указывает на недостаточный нагрев поверхности.

10. Заварить трещину.

10.1. Нагреть кромки до красного цвета, посыпать флюсом и облудить поверхность разделки латунью, как было рассмотрено выше (см. пайко-сварку чугунными материалами).

10.2. Заварить трещину латунью правым способом сварки (рис. 7). Техника и режимы сварки остаются такими же, как и в предыдущем упражнении.

10.3. Оценить сваренный образец по внешнему виду.

10.4. После окончания процесса целесообразно место соединения прогреть, покрыть асбестом и медленно охладить.

11. Способ пайко-сварки можно успешно применять и при пайко-сварке чугуна со сталью.

## ТЕМА. СВАРКА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 26
### СВАРКА МЕДИ И ЕЕ СПЛАВОВ

**Учебно-производственные задания**: I — сварка меди, II — сварка латуни, III — сварка бронзы.

**Цель заданий**: научиться правильно использовать газовую сварку для получения качественных сварных соединений меди и ее сплавов.

**Организационные указания.** Подготовить посты газовой сварки, пластины из меди, латуни, бронзы, присадочные проволоки и флюсы, молотки, зубила, стальные щетки, латунные иглы, защитные очки, респираторы.

### I. Сварка меди

1. Собрать стыковое соединение из медных пластин марки М1р. При сборке обеспечить расширение зазора

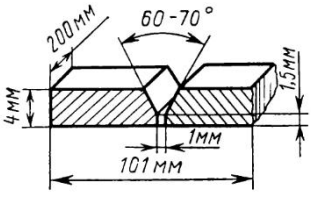



Рис. 1

в пределах 2—4% длины пластины, но не более 4—6 мм (на рис. 1 показаны размеры в исходном состоянии). Зачистить кромки от окалины, ржавчины и других загрязнений на ширину по 30 мм от центра разделки.

2. Подготовить присадочную проволоку из меди, содержащую до 0,2 мас. % фосфора (при толщине металла до 10 мм), а для меди большей толщины — дополнительно 0,15—0,30 мас. % кремния. Диаметр присадочной проволоки выбрать из расчета 0,5—0,75 толщины свариваемого металла.

3. Подготовить прокаленную буру (бура, поставляемая промышленностью, увеличивает газовую пористость) следующим образом: наполнить фарфоровый или шамотный тигель бурой ($^1/_3$ по высоте) и поместить в печь, нагретую до 400—450° С. После вспучивания, а затем оседания буры на дно тигля бура считается прокаленной. Полученную массу превратить в порошок и поместить для хранения в сосуд с герметически закрывающейся крышкой.

4. Установить требуемый номер наконечника (требуемую мощность пламени) из расчета расхода ацетилена 150—175 $дм^3$/ч на 1 мм толщины металла. Зажечь и отрегулировать пламя до строго нормального (окислительное пламя вызывает окисление металла, а науглероживающее — поры и трещины).

5. Сварить образец в нижнем или наклонном (под углом 10°) положении на графитовой подкладке.

5.1. Сварку вести на подъем за один проход без перерывов. Поддерживать угол наклона мундштука горелки к свариваемому изделию 40—50° (для увеличения скорости сварки — 80—90°), а присадочной проволоки — 30—40°. Расстояние от конца ядра до свариваемой поверхности 3—6 мм (рис. 2, *а*).

В процессе сварки нагретый металл защищать пламенем горелки. Сварку выполнять левым (правым) способом сварки.

Флюс вводить непосредственно в зону сварки совком или ложкой (см. рис. 4, *б*) и периодически добавлять его концом присадочной проволоки (рис. 2, *в*)

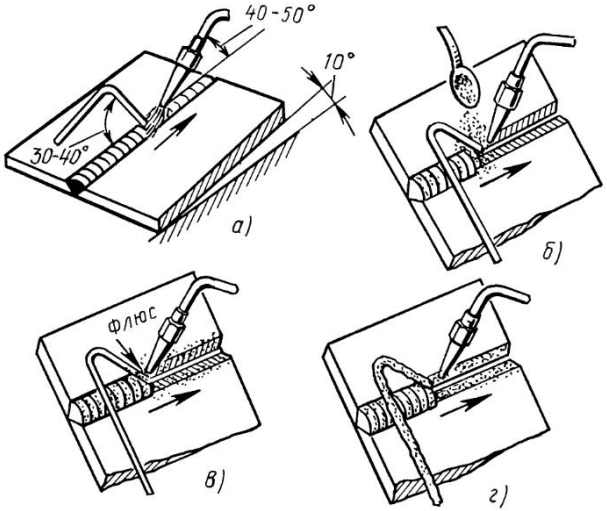



Рис. 2

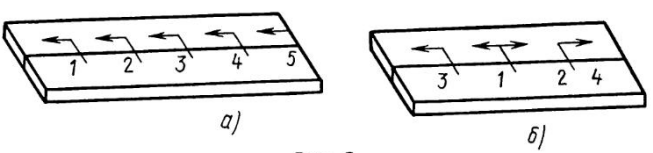



Рис. 3

либо предварительно нанести на свариваемые кромки проволоку в виде пасты (рис. 2, *г*).

5.2. Для уменьшения сварочных напряжений и деформаций использовать метод ступенчатой (рис. 3, *а*) или обратноступенчатой сварки (рис. 3, *б*). Каждый последующий участок должен перекрывать предыдущий на 10—20 мм.

5.3. Если подкладку применить нельзя, использовать прихватки диаметром 5 мм для тонкого металла и длиной 20—30 мм для толстого металла. Расстояние между прихватками 50—100 мм и 300—500 мм соответственно для тонкого и толстого металла. Толщина прихватки должна составлять 0,7 толщины основного металла. Чтобы избежать коробления основного металла, прихватки ставят по определенной схеме (рис. 4).

5.4. Собранный на прихватках стык заварить в такой последовательности. Сварку начать с точки, на-

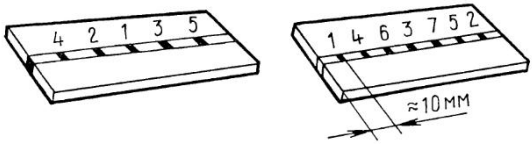



Рис. 4

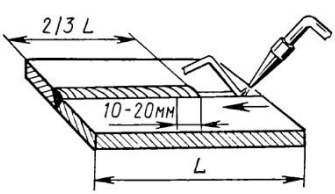



Рис. 5

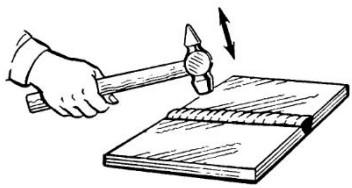


Рис. 6

ходящейся на расстоянии, равном $^1/_3$ длины шва. После сварки $^2/_3$ длины шва оставшуюся часть сварить в обратном направлении (рис. 5). Стык валиков надежно соединить перекрытием на 10—20 мм.

6. Удалить остатки флюса промывкой 2%-ным раствором азотной или серной кислоты.

7. Проковать металл шва в холодном состоянии (рис. 6) для улучшения механических свойств. Металл толщиной более 4 мм проковывают в нагретом (до 500—600° С) состоянии.

8. Для получения соединения с большой вязкостью металла шва и околошовной зоны образец нагреть до 550—600° С и быстро охладить в воде.

## II. Сварка латуни

1. Подготовить кромки пластин размером 200×50×4 мм из материала Л-62 (Л-63) к сварке встык без разделки кромок.

1.1. Зачистить до металлического блеска (напильником, проволочной щеткой) или протравить в 10%-ном водном растворе азотной кислоты и промыть горячей водой. Протереть насухо обтирочной салфеткой.

1.2. Собрать стык с постепенно расширяющимся зазором в зажимном приспособлении; обеспечив зазор в конце шва 4 мм (рис. 7). Это позволяет уменьшить коробление и предупредить трещинообразование.

1.3. Расположить образец на графитовой подкладке так, чтобы можно было выполнить сварку в нижнем положении.

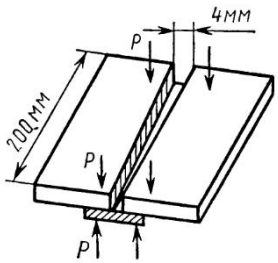


Рис. 7

2. Подготовить кремнистую латунную проволоку ЛК-62-05 (ЛО-60-1) диаметром 5 мм (диаметр проволоки равен толщине пластины +1 мм).

3. Подготовить флюс из буры прокаленной или флюс, состоящий из 25% буры прокаленной и 75% борной кислоты.

4. Установить мощность пламени из расчета расхода ацетилена 100—120 дм$^3$/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. Такая низкая мощность пламени по сравнению с мощностью пламени при сварке меди обусловлена меньшей теплопроводностью латуни.

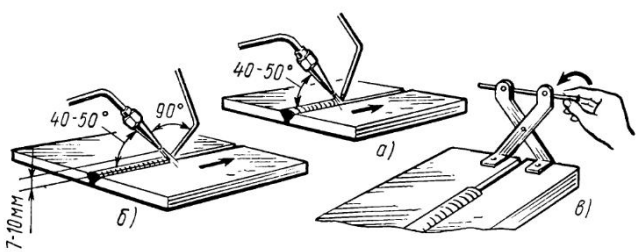


Рис. 8

5. Сварить пластины левым способом окислительным пламенем ($\beta > 1{,}3$).

5.1. Посыпать флюсом поверхность кромок.

5.2. Направить пламя под углом 80—90° к свариваемому металлу для быстрого прогрева кромок перед началом процесса сварки. В процессе сварки уменьшить угол до 40—50° (рис. 8, *а*).

5.3. Во время сварки сварочное пламя направлять на присадочную проволоку под углом 90°. Выдерживать расстояние 7—10 мм между концом ядра и свариваемой поверхностью. Конец присадочного прутка держать в зоне сварочного пламени (рис. 8, *б*).

5.4. По мере образования сварного шва зажимное приспособление постепенно ослаблять (рис. 8, *в*). При этом зазор уменьшается до нужного размера вследствие усадки металла уже выполненного участка шва.

6. Остатки флюса и шлаки, образовавшиеся во время сварки, удалить промывкой горячей водой.

7. Проковать шов в холодном состоянии.

### III. Сварка бронзы

1. Подготовить кусок оловянной бронзы БрОФ6,5—0,15 или БрОЦ4-3.

1.1. При наличии трещины или раковины удалить остатки формовочной смеси и шлака до появления чистого металла.

1.2. Сделать V-образную разделку кромок с углом раскрытия 60—90° в зависимости от глубины залегания дефекта. При наличии сквозной трещины оставить притупление, равное 3—4 мм (рис. 9).

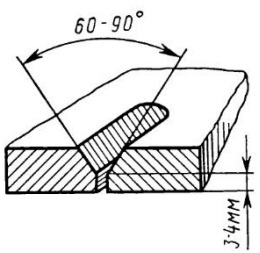



Рис. 9

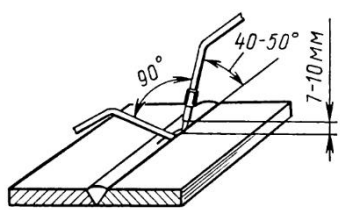



Рис. 10

1.3. Подогреть образец до температуры 500—600° С в горне или печи.

1.4. Вынуть из горна и положить на подкладку из асбеста или графита при наличии в образце сквозного дефекта. Образец расположить так, чтобы обеспечить сварку в нижнем положении ее без каких-либо поворотов и кантовок.

2. Подготовить присадочный пруток диаметром 5—12 мм из бронзы по составу, близкому к основному металлу. Учитывая, что в процессе сварки олово окисляется, в присадочном прутке его должно быть на 1—2% больше, чем в основном металле. Рекомендуется пруток из бронзы БрОФ6,5-0,15 и БрОЦ4-3.

3. Выбрать мощность строго нормального пламени из расчета расхода ацетилена 70—120 $дм^3/ч$ на 1 мм толщины свариваемого металла.

4. Выполнить сварку.

4.1. Нанести на дефектное место прокаленную буру.

4.2. Расположить пламя так, чтобы расстояние от ядра до свариваемого металла составляло 7—10 мм.

4.3. Направлять пламя на присадочный пруток, располагаемый по отношению к пламени под углом 90°. Наклон мундштука горелки к изделию поддерживать в пределах 40—50° (рис. 10).

5. Отличительные особенности при сварке алюминиевых бронз следующие: оксидная пленка $Al_2O_3$ обладает высокой температурой плавления (2050° С) и способностью осаждаться на дно ванны, поэтому ее удаляют флюсом из 12—16% фтористого натрия, 20% хлористого натрия, 20% хлористого бария, остальное — хлористый калий. Мощность пламени выбирают из расчета расхода ацетилена 120—170 $дм^3$/ч на 1 мм толщины свариваемого металла; в качестве присадки применяют сварочную проволоку БрАЖМц10-3-1,5.

6. Заваренное место очистить от остатков флюса и шлаков.

7. Осмотреть шов. Дефекты вырубить и заварить.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 27
## СВАРКА АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

**Учебно-производственные задания.** I — сварка деформируемых алюминиевых сплавов, II — сварка литейных алюминиевых сплавов.

**Цель заданий:** научиться получать качественные сварные соединения при сварке алюминиевых сплавов с различными свойствами.

### I. Сварка деформируемых алюминиевых сплавов

1. Подготовить пластины из сплава АМг6 размером 200×100×6 мм под сварку встык с V-образной разделкой кромок.

1.1. Удалить с кромок металл под углом 30—35° (рис. 1) на строгальном или фрезерном станке.

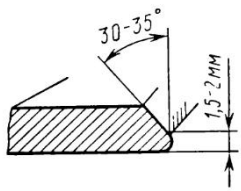


Рис. 1

1.2. Очистить кромки пластин на ширине 25—30 мм от грязи, жиров, масел, красок с помощью напильников, шаберов и проволочных стальных щеток, изготовленных из проволоки

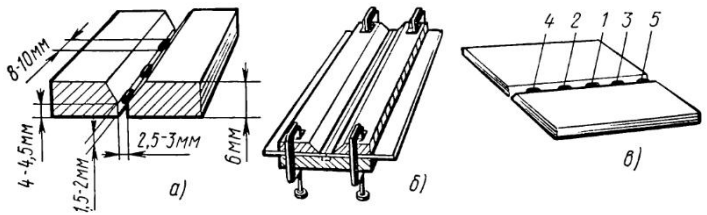



Рис. 2

диаметром не более 0,15 мм, исключающих получение грубых рисок на поверхности детали.

Запрещается использовать для очистки шлифовальные круги и наждачную бумагу.

1.3. Продолжить очистку пластин путем обезжиривания и травления. Промыть пластины и присадочную проволоку в течение 10 мин в щелочном растворе, состоящим из 20—25 г едкого натрия и 20—30 г углекислого натрия на 1 $дм^3$ воды при температуре 65° С.

1.4. Протравить пластины и проволоку в течение 2 мин в 25%-ном растворе ортофосфорной кислоты или в 15%-ном растворе азотной кислоты.

1.5. Промыть пластины и проволоку в горячей, а затем в холодной воде. Протереть салфеткой и просушить до полного удаления влаги.

1.6. Собрать стыковое соединение с равномерным зазором по всей длине на прихватках (рис. 2, *а*). При выполнении прихваток флюс наносить только на присадочную проволоку. Высота прихваток 4—4,5 мм, длина 8—10 мм, расстояние между прихватками 80—100 мм.

При выполнении прихваток соединяемые детали закрепить в специальном приспособлении (рис. 2, *б*), исключающем их взаимное перемещение. Прихватки ставить, начиная от середины стыка (рис. 2, *в*).

2. Подготовить флюс АФ-4А (№ 6). Флюс, хранящийся в герметичной таре, развести в мягкой (лучше дистиллированной) воде до кашеобразной консистенции в фарфоровой, фаянсовой, стеклянной или эмалированной посуде.

Следует помнить, что при разведении годного флюса водой выделяется теплота, негодный флюс теплоты не выделяет. Так как разведенный флюс приходит в негодность через 4—5 ч, то рекомендуется

приготовлять его непосредственно перед сваркой и в количестве, не превышающем необходимого.

3. Подготовить присадочную проволоку СвАМг6 или СвАМг61 диаметром 4—5 мм. Очистить ее поверхность по технологии, рассмотренной в п. 1.3.

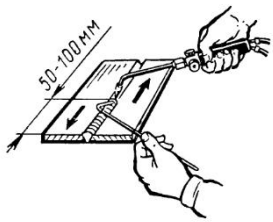


Рис. 3

4. Выполнить стыковое соединение.

4.1. Для сварки сплава АМг6 толщиной 6 мм применить горелку с наконечником, обеспечивающим мощность пламени из расчета 75 дм$^3$ на 1 мм толщины металла.

4.2. Пламя горелки отрегулировать до нормального.

4.3. Установить сварочное пламя под углом почти 90° к поверхности детали в начале сварки. Затем по мере нагрева деталей угол наклона уменьшить до 45—50°.

4.4. Угол наклона присадочного металла уменьшать до 20° при приближении к краю детали. Одновременно следует увеличить скорость сварки.

4.5. Поддерживать расстояние от ядра до поверхности изделия в пределах 3—5 мм.

4.6. Сварку выполнить за один проход правым способом и только в нижнем положении. Концом мундштука выполнять колебательные движения.

4.7. Сварку начать, отступив от края на 50—100 мм. Затем заварить оставленный участок в обратном направлении (рис. 3). Процесс сварки вести быстро и непрерывно, без отрыва сварочного пламени от ванны расплавленного металла. Присадочный металл плавить только в пределах сварочной ванны расплавленного металла шва.

4.8. После окончания сварки (при вынужденных перерывах) горелку отводить от расплавленной ванны постепенно, чтобы избежать резкого охлаждения шва и образования трещин.

4.9. В случае перерывов в сварке ранее наложенные швы перекрыть на длине 6—10 мм.

4.10. Не допускается вторичный проход по уже выполненному шву для улучшения его внешнего вида.

4.11. Образец перевернуть, очистить корень шва и прилегающие к нему кромки стальной щеткой. Осмот-

реть корень шва с целью выявления дефектов в виде глубоких несплавлений, натеков и др.

4.12. При отсутствии дефектов проварить корень шва.

4.13. Удалить остатки шлаков и флюсов для предотвращения развития коррозии. Флюсы удалить непосредственно после окончания сварки (не позднее чем через 1 ч) промыванием поверхности швов и прилегающих к ним участков основного металла проточной горячей водой 60—80° С с помощью волосяных щеток, затем 2%-ным раствором хромового ангидрида той же температуры и проточной горячей водой.

4.14. Промытые детали высушить в сушильном шкафу при температуре 110—180° С или горячим воздухом при 60—110° С.

4.15. Проверить качество промывки путем нанесения 2%-ного раствора азотнокислого серебра на промытую поверхность. Если поверхность недостаточно промыта, на ней образуется белый осадок. В этом случае промывку повторить.

4.17. Проверить внешним осмотром качество сварного соединения корневого шва.

## II. Сварка литейных алюминиевых сплавов

1. Газовую сварку применяют для исправления дефектов в отливках с использованием присадочного материала того же состава, что и основной металл (СвАК12, СвАК5). Применяют также латунные прутки длиной 600—650 мм, диаметр $d$ которых выбирается в зависимости от толщины стенки отливки $\delta$:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $d$, мм ..... | 4—5 | 6—8 | 8—10 | 10—12 |
| $\delta$, мм ..... | 3—8 | 8—12 | 12—14 | 15 и более |

2. Подготовка к сварке принципиально не отличается от подготовки деталей из деформируемых сплавов.

3. Технология газовой сварки отливок из алюминиевых сплавов мало отличается от технологии, применяемой для заварки деталей из деформируемых сплавов.

Обычно отливки из силумина подогревают до температуры 350—400° С в электропечах. Крупногабаритные отливки иногда заваривают непосредственно в нагревательных устройствах. В этих случаях сварку выполняют горелками с удлиненным наконечником.

Для защиты рук от перегрева и ожогов используют асбестовые рукавицы.

4. Отливки заваривают только в нижнем положении с применением флюса, состоящего из 50% хлористого калия, 15% хлористого натрия, 35% криолита.

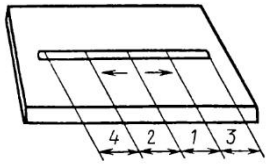


Рис. 4

5. Заварку трещин начинают от середины. Заваривают участками длиной по 60—70 мм поочередно в одну и другую сторону (рис. 4).

6. После сварки отливки медленно охлаждают, укрывая листовым асбестом, или засыпают песком.

7. Остаточные напряжения после заварки снимают отжигом при температуре 300—350° С с выдержкой в печи в течение 2—5 ч.

## ТЕМА. ГАЗОВАЯ НАПЛАВКА И ПАЙКА

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 28
### НАПЛАВКА МЕТАЛЛОВ

**Учебно-производственные задания.** I — наплавка латуни на сталь, II — наплавка твердыми сплавами.

**Цель заданий:** научиться применять в каждом конкретном случае наиболее рациональный способ наплавки, обеспечивающий качество при минимальных затратах средств и труда.

**Организационные указания.** Подготовить горелку для газопорошковой наплавки, посты газофлюсовой сварки, пластины из малоуглеродистой стали и чугуна, присадочную проволоку из латуни, литые стержни сормайта диаметром 5—7 мм, прокаленную буру, порошки для наплавки, наждачное точило, пресс Роквелла, миллиметровую линейку, мел.

### I. Наплавка латуни на сталь

1. Подготовить пластину под наплавку.

1.1. Взять пластину из низкоуглеродистой стали размером 150×50×(6—8) мм.

1.2. Зачистить до металлического блеска на поверхности пластины полосу шириной 30—40 мм (рис. 1, *а*).

1.3. При помощи мела и линейки нанести на участок две параллельные линии на расстоянии 12 мм.

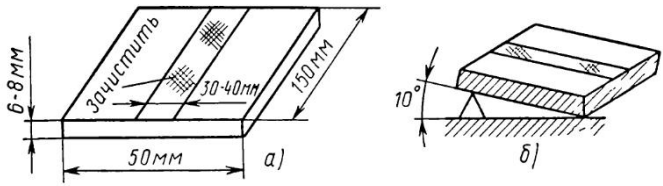



Рис. 1

1.4. Установить пластину под углом 10° к горизонту (рис. 1, *б*).

2. Подготовить присадочную кремнистую проволоку марки ЛК 62-02. При наплавке слоя, непосредственно прилегающего к стали, нельзя применять кремнистые латуни, обычно употребляемые при сварке, такие, как ЛК-62-05, ЛК-80-3 и т. п., так как на границе сплавления образуется хрупкая прослойка, резко уменьшающая прочность сцепления.

2.1. Выбрать диаметр присадочной проволоки в зависимости от толщины наплавляемого слоя:

| Толщина наплавляемого слоя, мм | Диаметр присадочной проволоки, мм | Мощность ацетиленокислородного пламени, $дм^3/ч$ | Номер наконечника горелки |
|---|---|---|---|
| 3—4 | 4—6 | 400—700 | 4 |
| 5—6 | 8—10 | 600—1100 | 5 |
| 6—7 | 10—12 | 1050—1750 | 6 |

2.2. Очистить проволоку от загрязнений и оксидов.

3. Подготовить порошкообразный флюс в виде прокаленной буры.

4. Наплавить слой толщиной 3—4 мм.

4.1. Взять горелку, обеспечивающую соответствующую мощность ацетиленокислородного пламени (см. пп. 2.1).

4.2. Зажечь пламя горелки и отрегулировать его с избытком кислорода.

4.3. Нагреть пламенем горелки полосу до светло-красного цвета (900—950° С).

4.4. Нанести на размеченную полосу слой флюса при помощи совочка или лопаточки (рис. 2, *а*).

4.5. Наплавить слой латуни шириной 10—12 мм, высотой 3—4 мм левым способом сварки, или непрерывным валиком, или обратноступенчатым способом с перекрытием предыдущего участка на 15—20 мм.

Во время сварки удалять стекловидную пленку флю-

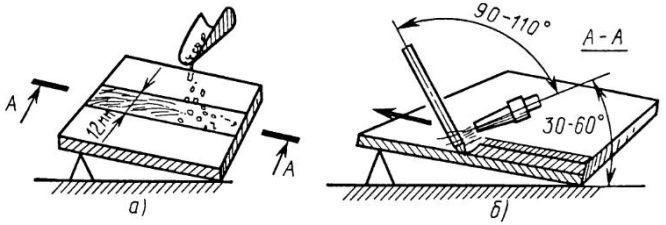



Рис. 2

са с помощью поперечных колебаний прутком, пополнять недостаток флюса путем окунания прутка в банку с бурой, угол наклона оси мундштука горелки к горизонтали и угол между осями мундштука и прутка поддерживать 30—60° и 90—110° соответственно (рис. 2, *б*).

5. Зачистить поверхность валика и оценить его качество по внешнему виду.

6. Зачистить до металлического блеска на поверхности пластины полосу шириной 30—40 мм для последующей наплавки латуни с применением газообразного флюса.

**Особенности газофлюсовой наплавки латуни**

1. Наплавляемую поверхность нагревают пламенем горелки до 500° С без подачи флюса в пламя горелки (светло-серый цвет побежалости), далее только с подачей флюса и до температуры 700° С.

2. Флюс БМ-1 вводится в пламя горелки с помощью установки КГФ-3-71.

3. Применяют нормальное пламя. Окислительное пламя вызывает образование трещин.

4. В качестве горючего газа применяют только ацетилен.

5. При нормальном процессе наплавки латунь медленно течет по стали вперед; отсутствует испарение оксида цинка (белый дым); ванна жидкой латуни не «кипит»; поверхность закристализовавшегося наплавленного металла гладкая, покрыта сплошной коричневой пленкой шлака; нет пор и поверхностных дефектов.

6. Газофлюсовую наплавку можно производить на сталь и чугун по одной и той же технологии.

## II. Наплавка твердыми сплавами

1. Подготовить пластину под наплавку.

1.1. Взять пластину из углеродистой стали с содержанием углерода не более 0,6%.

1.2. Зачистить до металлического блеска предварительно подготовленную канавку (рис. 3, *а*) на поверхности пластины.

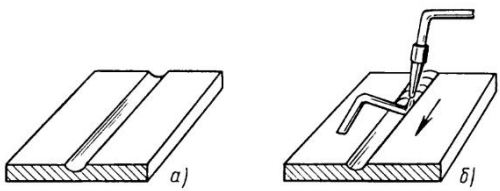



Рис. 3

1.3. Расположить пластину на столе так, чтобы выполнить наплавку в нижнем положении.

2. Подготовить флюс — прокаленную буру.

3. Подготовить прутки из сормайта диаметром 6—7 мм, длиной 400—450 мм.

4. Наплавить слой толщиной 3—4 мм.

4.1. Рассчитать мощность пламени в зависимости от толщины наплавляемой детали и применительно к левому способу наплавки.

4.2. Установить требуемый номер наконечника.

4.3. Зажечь пламя и отрегулировать его слегка науглероживающим (окислительное пламя вызывает выгорание легирующих примесей и снижение твердости наплавленного слоя).

4.4. Нагреть участок поверхности пластины до появления на ней отдельных расплавленных капель стали (до «запотевания») или до появления тонкого слоя пленки жидкого металла.

4.5. Нанести тонкий слой прокаленной буры и, расплавив ее, разогнать факелом пламени по всей ширине канавки (нагретого участка).

4.6. Нагреть до красного каления конец стержня сормайта, окунуть его в прокаленную буру и наплавить сплав на поверхности канавки.

В процессе наплавки непрерывно подогревать наплавляемую поверхность металла до появления «запотевания» или тонкой пленки жидкого металла; присадочный пруток держать впереди пламени в восстано-

вительной его зоне (рис. 3, *б*); перемещения горелки осуществлять так же, как и при газовой сварке.

5. Закрыть асбестом поверхность наплавки для медленного охлаждения и, следовательно, предотвращения появления трещин в наплавленном слое.

6. Зачистить поверхность наплавленного валика, осуществить контроль внешним осмотром.

7. Снять с поверхности наплавки слой твердого сплава механическими способами резки.

8. На приборе Роквелла замерить твердость наплавленного слоя по длине и по толщине.

9. По средним значениям замеров построить график зависимости твердости слоев наплавленного металла от расстояния их до поверхности основного металла.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 29
## ПАЙКА МЕТАЛЛОВ

**Учебно-производственные задания.** I — высокотемпературная пайка, II — низкотемпературная пайка.

**Цель заданий:** научиться выполнять подготовительные и основные операции по пайке, уметь производить пайку различными способами.

### I. Высокотемпературная пайка

#### Пайка стали

1. Выбрать тип соединения.

Общие сведения. Характерными типами паяных соединений являются: стыковые (рис. 1, *а*), нахлесточные (рис. 1, *б*), косостыковое (рис. 1, *в*), с отбортовкой (рис. 1, *г*), втулочные (рис. 1, *д*) и ряд других.

Наибольшее распространение нашли нахлесточные соединения. При низкотемпературной пайке применяют только такие соединения. Длина нахлестки составляет 3—60 мм в зависимости от толщины металла и требований к изделию.

1.1. Выбрать две пластины размером 200×60×2 мм из углеродистой стали для подготовки соединения внахлестку.

1.2. Очистить поверхности от загрязнений.

Положить пластины на ровную поверхность. Проверить плотность прилегания поверхностей к плите,

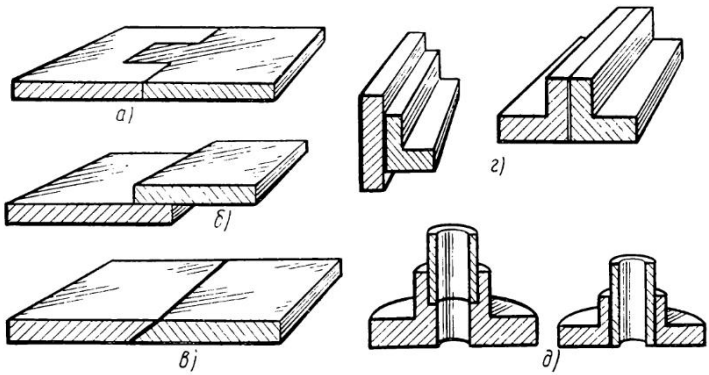



Рис. 1

при помощи штангенциркуля замерить высоту $h$ в нескольких точках. При отсутствии достаточно ровной поверхности разметочной плиты проверить отсутствие изгибов пластины по длине при помощи металлической линейки: взять пластину левой рукой, наложить линейку на поверхность той стороны пластины, которая будет участвовать в соединении при пайке, поднести пластину с линейкой на уровень глаз и проверить равномерность прилегания линейки к пластине (на просвет).

1.3. Если наблюдается отклонение от прямолинейности в пределах 0,5 мм и более, прошлифовать поверхность на ширине 40 мм от кромки.

1.4. Собрать две пластины внахлестку, как показано на рис. 2, *а*. Зазор между пластинами должен быть минимально возможным (практически около 0,05—0,1 мм).

2. Запаять соединения медно-цинковым припоем ЛОК-62-06-04.

2.1. Нагреть пламенем горелки паяемые кромки до температуры красного каления (до температуры плавления припоя, рис. 2, *б*).

2.2. Нанести на поверхность нагретых кромок тонкий слой прокаленной буры (рис. 2, *в*).

2.3. Расплавить буру и разогнать ее по зачищенной поверхности факелом пламени так, чтобы она затекла в зазор и покрыла очищенную поверхность правой пластины (рис. 2, *г*).

2.4. Нагреть припой примерно до температуры плавления буры (741° С).

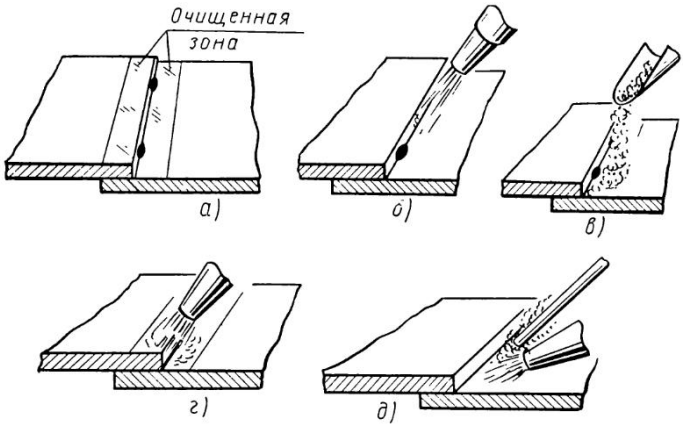



Рис. 2

2.5. Погрузить конец припоя (медную проволоку марки М1) в банку с флюсом.

2.6. Расплавить припой с прилипшим к нему флюсом теплотой нагретых кромок, касаясь их концом прутка припоя (рис. 2, *д*). Избегать плавления припоя пламенем горелки. Широкую часть пламени с избытком ацетилена (снижается возможность перегрева припоя, а более мягкое пламя не выдувает флюс) направлять на место спая, способствуя затеканию припоя в зазор. Следует знать, что окислительное пламя обеспечивает более плотный шов, но внешний вид шва хуже. Хорошие результаты получают и при использовании нормального пламени.

2.7. Внимательно следить за растекаемостью припоя. Для гарантии полного заполнения зазора припоем, пламенем горелки еще некоторое время подогревать место спая после прекращения подачи припоя. По мере необходимости вносить флюс, окуная конец нагретого припоя в банку с флюсом или вносить его совочком.

2.8. Охладить соединение. Внимательно осмотреть и дать заключение о качестве пайки по внешнему виду.

3. Вырезать из паяного соединения образцы (рис. 3, *а*) при помощи стационарных ножниц.

4. Выправить образцы и снять острые кромки напильником.

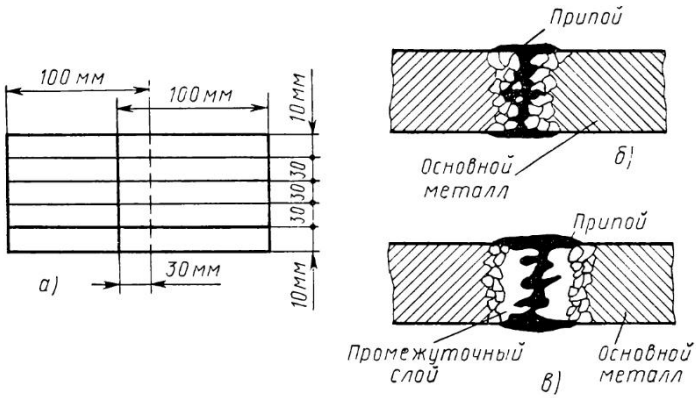



Рис. 3

5. На всех образцах замерить глубину проникновения припоя в зазор. Выявить дефекты пайти (несплавление, раковины и т. п.).

Обратить внимание на характер линии сплавления. Припой может механически внедряться между зернами основного металла (рис. 2, *б*) или, кроме того, может образовываться промежуточный слой, состоящий из механической смеси припоя и основного металла или их химического соединения (рис. 3, *в*).

**Пайка алюминия**

1. Собрать соединение внахлестку из алюминиевых пластин размером 150×60×2 мм.

1.1. Очистить пластины от загрязнений обтирочными салфетками.

1.2. Зачистить место под пайку на ширине 40—50 мм проволочной щеткой с тонкими проволочками.

1.3. Протереть зачищенные места чистой салфеткой, смоченной бензином.

1.4. Протравить кромки слабым раствором азотной кислоты, окуная в нее пластины.

1.5. Собрать соединение внахлестку на прихватках (см. рис. 2, *а*), обеспечивая минимально возможный зазор.

2. Разместить слева от себя банку с флюсом 34А, имеющим состав, %: 25—30 — хлористого лития, 8—15 — хлористого цинка, 12—18 — фтористого калия, хлористый калий — остальное.

3. Использовать припои, содержащие не выше 70% алюминия, представляющие собой тройные сплавы кремний—медь—алюминий, с температурой плавления 525° С. Состав припоя, %: 5,2—6,5 — кремния, 26—29 — меди, остальное — алюминий или припои, содержащие 10—12 — кремния, 0,7 — железа, остальное — алюминий, с температурой плавления 577° С.

4. Произвести пайку пластин припоем 34А с применением флюса 34А или др. Техника пайки практически ничем не отличается от техники пайки стали, рассмотренной выше. Место пайки подогревают пламенем горелки до температуры начала плавления флюса, наносят флюс, вводят в спай припой и расплавляют его.

5. После окончания пайки образец охладить в воде или на воздухе.

6. Очистить место пайки от остатков флюса и излишнего припоя.

6.1. Для удаления флюса образец тщательно промыть в теплой воде и протереть чистой салфеткой.

6.2. Если необходимо удалять и излишки припоя, и остатки флюса, то нужно протравить образец в 10%-ном растворе серной кислоты с последующей промывкой в воде и просушкой.

7. Внимательно осмотреть соединение и дать заключение о качестве соединения по внешнему виду.

8. Разрезать соединение поперек шва и замерить глубину проникновения припоя. Выявить дефекты пайки.

9. Исправить брак, возникший при пайке.

9.1. Нагреть образец до температуры плавления припоя.

9.2. Разъединить спаяные пластины.

9.3. Зачистить соединяемые поверхности известными способами.

9.4. Собрать соединение внахлестку.

9.5. Произвести пайку.

### 11. Низкотемпературная пайка

1. Технология и техника низкотемпературной пайки практически не отличается от технологии и техники высокотемпературной пайки.

При низкотемпературной пайке на очищенные поверхности металла наносят флюс и припой, нагревают

место спая паяльником или пламенем горелки. При этом флюс испаряется, а расплавленный припой затекает в зазор. Для лучшего затекания припоя (температура плавления меньше 550° С) поверхности в месте спая предварительно облуживают припоем. Затем собирают соединение, как правило, внахлестку и производят пайку.

**Пайка чугуна оловянисто-свинцовыми припоями**

1. Подготовить чугунный лом с раковиной на наружной поверхности (рис. 4, *а*).

1.1. Разделать раковину фрезерованием или сверлением с последующей вырубкой крейцмейселем (зубилом) до чистоты металла. Форма разделки показана на рис. 4, *б*.

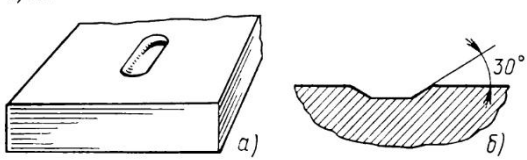



Рис. 4

1.2. Выжечь графит с разделанной поверхности ацетилено-кислородным окислительным пламенем. Этого же можно достигнуть и нанесением на поверхность концентрированной соляной кислоты с последующим удалением шлаков металлической щеткой.

1.3. Омеднить обработанную поверхность путем нанесения на нее кисточкой раствора следующего состава, %: 20 — серной кислоты, 28 — азотной кислоты, 1 — поваренной соли, 1 — сернокислого цинка, 2 — металлической меди и 100 г воды.

После нанесения раствора (через 3—5 с) на поверхности чугуна в результате химической реакции осаждается прочный и плотный слой меди толщиной в несколько микрон.

1.4. Омедненный слой промыть водой и протереть тампоном, смоченным в соляной кислоте.

1.5. Установить деталь в зоне действия вытяжной вентиляции таким образом, чтобы разделанное под пайку место находилось в горизонтальной плоскости.

2. Подготовить флюс из 60% хлорида аммония и 40% хлорида цинка.

3 Выполнить пайку.

3.1. Нагреть пропан-бутано-кислородным пламенем дефектное место и прилегающий к нему основной металл до 300—350° С.

3.2. Нанести флюс на поверхность дефекта.

3.3. Нагреть флюс до расплавления факелом пламени. Пламя направлять под углом 50—60° к поверхности дефекта.

3.4. Распределить флюс равномерно по поверхности дефекта концом прутка, который не доводить до плавления.

3.5. Облудить место дефекта припоем ПОС 40, расплавляя пруток теплотой нагретой поверхности детали, путем трения его об эту поверхность.

3.6. Заполнить весь объем разделки жидким припоем, периодически добавляя флюс и непрерывно перемешивая металл прутком припоя, касаясь стенок дефекта.

3.7. Выдержать ванну в жидком состоянии в течение 2—3 мин.

3.8. Медленно отвести пламя горелки с целью обеспечения замедленного охлаждения паяных соединений.

4. Очистить поверхность от флюса и оценить качество пайки.

## РАЗДЕЛ II
## РЕЗКА МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

### ТЕМА. КИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

#### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 30
#### ОЗНАКОМЛЕНИЕ С КОНСТРУКТИВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ РЕЗАКОВ

**Учебно-производственные задания.** I — резаки для кислородной резки, работающие на горючих газах, II — керосинорезы, III — вставные и машинные резаки.

**Цель заданий:** научиться четко различать резаки по внешнему виду и безошибочно выбирать резак для выполнения конкретного вида работ.

**Организационные указания.** Подготовить резаки, ключи для отворачивания гаек при разборке резаков.

#### 1. Резаки для кислородной резки, работающие на горючих газах

1. Ознакомьтесь с марками ручных резаков, используя учебник И. И. Соколова «Газовая сварка и резка металлов».

2. Ознакомьтесь с принципом работы и устройством инжекторного резака «Маяк-1-02» (рис. 1): *1*, *2* — мундштуки, *3* — головка резака, *4* — трубка кислорода, *5* — трубка горючей смеси, *6* — смесительная камера,

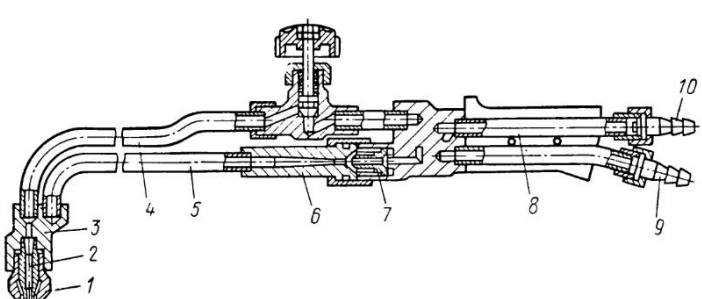



Рис. 1

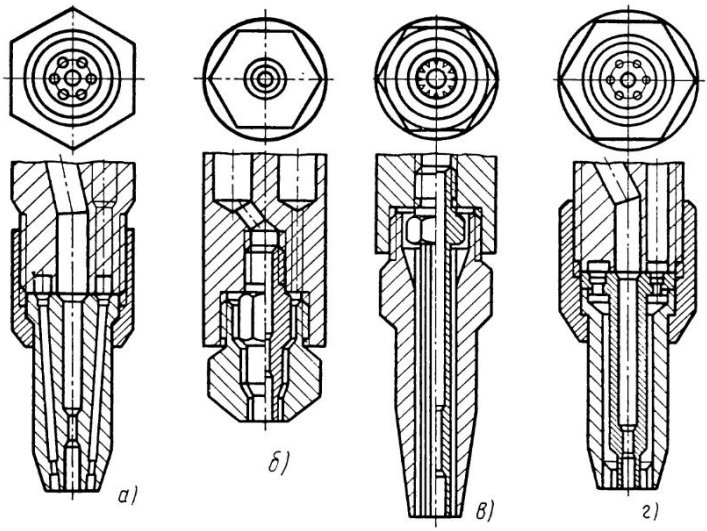



Рис. 2

*7* — инжектор, *8* — ствол резака, *9* — ниппель горючего газа, *10* — ниппель кислорода.

3. На рис. 2 изображены мундштуки ручных резаков: неразборные (рис. 2, *а*), составные (рис. 2, *б*), многосопловые (рис. 2, *в*, *г*).

4. Ознакомьтесь с устройством вентиля режущего кислорода резака типа РУА-70 (рис. 3): *1* — гайка маховичковая, *2* — шайба пружинная, *3* — маховичок, *4* — шпиндель, *5* — кольцо кожаное, *6* — кольцо латунное, *7* — гайка сальниковая, *8* — кольцо уплотнительное, *9* — шарик, *10* — корпус.

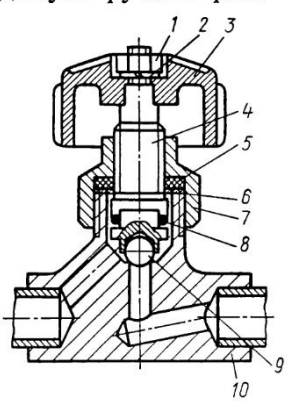



Рис. 3

## II. Керосинорезы

1. Ознакомьтесь со схемой керосинореза, представленной на рис. 4: *1*, *2* — мундштуки, *3* — головка резака, *4* — инжектор, *5*, *8* — трубки, *6* — вентиль режущего кислорода, *7* — вентиль керосина, *9* — вен-

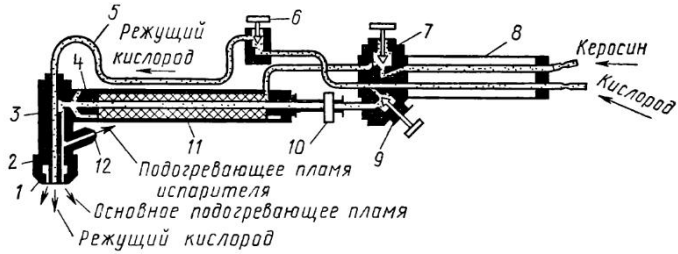



Рис. 4

тиль кислорода, *10* — маховичок, *11* — испаритель, *12* — вспомогательный мундштук.

2. На рис. *5* изображена схема бачка для жидкого горючего: *1* — воздушный насос, *2* — манометр, *3* — дужка, *4* — запорный вентиль, *5* — корпус, *6* — кольцо.

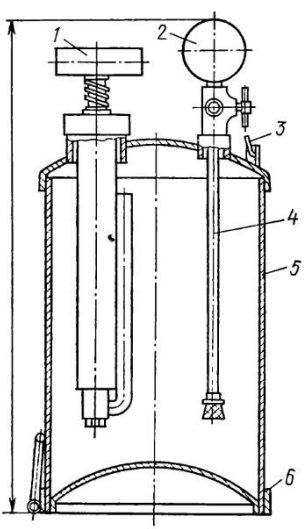



Рис. 5

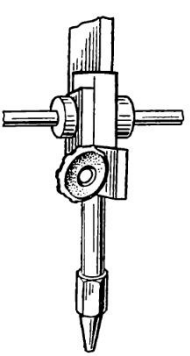


Рис. 6

## III. Вставные и машинные резаки

1. Ознакомьтесь по учебнику И. И. Соколова «Газовая сварка и резка металлов» со схемами вставных резаков РАЗ-70, РГС-70, РАВ-2(3), РАТ-70.

2. Резаки газорезательных машин по принципу действия не отличаются от ручных. По внешнему виду они отличаются тем, что имеют более вытянутую цилиндрическую форму (рис. 6).

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 31
## ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОКИСЛОРОДНЫХ РЕЗАКОВ

**Учебно-производственные задания.** I — предварительные испытания нового резака, II — правила эксплуатации резаков, III — неисправности резаков и способы их устранения, IV — рекомендации по ремонту некоторых деталей резаков.

**Цель заданий:** приобрести навыки в определении неисправностей в работе резаков и уметь их быстро и безопасно устранять, уметь правильно эксплуатировать резаки.

**Оснащение рабочего места.** Пост для газовой резки; сумка со следующим инструментом: ключи гаечные двусторонние; отвертка; плоскогубцы для обвязки шлангов проволокой; напильник плоский личной длиной 150 мм для зачистки наружных поверхностей мундштуков от брызг металла; молоток; проволока медная и стержни стальные полированные для прочистки отверстий инжекторов; стержни деревянные (березовые) диаметром 8—10 мм для прочистки и полирования выходных каналов наружных мундштуков, а также стальные калибровки для исправления геометрии каналов; стержни стальные полированные для прочистки и калибровки каналов внутренних мундштуков; притиры чугунные для седел вентилей, шланговых штуцеров, мундштуков; зенкеры для исправления изношенных седел вентилей резаков; нож перочинный.

**Материалы:** проволока стальная мягкая диаметром 1,5 мм для закрепления шлангов на ниппелях (при отсутствии хомутиков), полотно наждачное с зернистостью 120, 150 и 220 на тканевой основе, мел тонкого помола для полирования отверстий мундштуков, абразивный порошок с зернистостью 180 и 220 для притирки и полирования.

### I. Предварительные испытания нового резака

1. Получить новый резак и проверить: комплектность в соответствии с отправочной спецификацией завода-изготовителя, наличие запасных частей, наличие гаечных ключей.

2. Ознакомиться с инструкцией по эксплуатации.

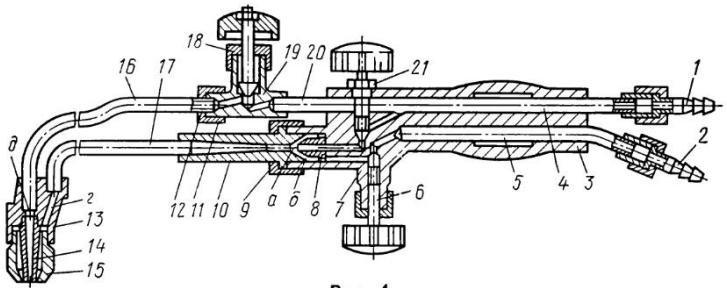



Рис. 1

3. Проверить внешним осмотром исправность уплотнительных поверхностей у шланговых штуцеров, внутренних и наружных мундштуков.

4. Закрепить маховичковые гайки на шпинделях вентилей.

5. Открыть и закрыть несколько раз вентили для регулировки количества подаваемого кислорода, горючего газа и режущего кислорода. Шпиндели должны вращаться в сальниках свободно без особых усилий.

6. Убедиться в исправности всех деталей и узлов резака.

7. Испытать резак на разряжение (подсос) в ацетиленовых каналах.

7.1. Выбрать по паспорту внутренний и наружный мундштуки в зависимости от толщины разрезаемой стали.

7.2. Ввернуть в головку резака *13* внутренний *14* и наружный *15* мундштуки (рис. 1) так, чтобы выдержать равномерный кольцевой зазор.

7.3. Надеть на кислородный шланговый ниппель *1* шланг от источника кислорода и надежно закрепить (рис. 1).

7.4. Установить требуемое на редукторе давление кислорода в соответствии с указаниями паспорта резака.

7.5. Открыть ацетиленовый вентиль *6*, затем — вентиль подогревающего кислорода *21*. Вентиль режущего кислорода *18* должен быть закрыт (рис. 1).

7.6. Проверить разряжение в ацетиленовом канале резака, которое легко обнаруживается прикосновением пальца к ацетиленовому ниппелю *2* (рис. 1).

7.7. При отсутствии разряжения закрыть вентиль подогревающего кислорода *21* и определить величину

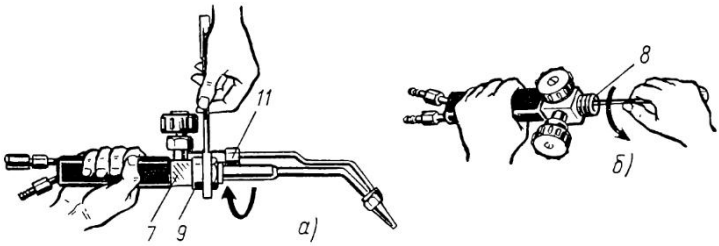



Рис. 2

отсутствия подсоса. Для этого отвернуть накидные гайки *9* и *11* (см. рис. 1) и снять наконечник *17* с корпуса *7* (рис. 2, *а*). Вывернуть инжектор *8* (рис. 2, *б*), осмотреть отверстие, при необходимости — прочистить.

Вывернуть наружный мундштук *15*, просмотреть каналы *г* и *д* в головке *13* и отверстие в смесительной камере *10* (см. рис. 1).

Каналы наконечника и головку резака продуть воздухом.

Открыть на корпусе резака вентиль подогревающего кислорода *21* (см. рис. 1) и проверить, выходил ли кислород из центрального канала посадочного седла под инжектор.

7.8. Поставить инжектор и наружный мундштук на свои места в наконечник. Наконечник *17* присоединить к корпусу *7* (см. рис. 1).

7.9. Провести повторное испытание на подсос в указанной выше последовательности.

7.10. При отсутствии разряжения у резаков с расположением инжектора в головке резака выполнить следующие операции: вывернуть наружный мундштук *15* (см. рис. 1); проверить каналы в головке *13*, для чего открыть вентиль подогревающего кислорода *21* и убедиться в свободном выходе кислорода из канала *а*; если кислород плохо или совсем не вытекает из канала, отвернуть заглушку и отверткой вывернуть инжектор *8* (см. рис. 1); прочистить каналы инжектора и смесительного устройства в головке; проверить и убедиться, что кислород поступает к инжектору; установить инжектор, завернуть заглушку, поставить на место наружный мундштук.

Произвести повторное испытание резака на подсос. Испытания проводить со всеми мундштуками каждый

раз перед началом работы и при смене мундштуков.

7.11. При получении повторных неудовлетворительных испытаний резак сдать на склад или в ремонт.

7.12. Допустить резак к дальнейшей эксплуатации при условии, что имеется хорошая инжекция в ацетиленовых каналах.

## II. Правила эксплуатации резаков

**Перед началом работы.** 1. Продуть шланги сжатым газом с целью удаления из них мелких посторонних частиц, которые могут засорить инжектор и другие каналы резака.

2. Присоединить к кислородному ниппелю *1* шланг для подачи кислорода (рис. 3, *а*).

3. Закрепить кислородный шланг при помощи специального хомутика или проволокой (рис. 3, *б*).

4. Проверить разряжение в ацетиленовых каналах.

5. Присоединить к ниппелю *2* (см. рис. 1) ацетиленовый шланг (окрашен в красный цвет) и закрепить специальным хомутиком.

6. Положить готовый к работе резак на чистый стол газорезчика (газосварщика).

7. Проверить уровень воды в водяном затворе и еще раз убедиться в герметичности всех соединений в шлангах, редукторе, вентиле баллона и т. п.

8. Зажечь и отрегулировать подогревающее пламя.

8.1. Установить рабочее давление по исправному манометру редуктора в соответствии с установленными номерами внутреннего и наружного мундштуков (в соответствии с паспортными данными).

8.2. Открыть на $^1/_4$ оборота вентиль подогревающего кислорода *21* и на один оборот ацетиленовый вентиль *6* (см. рис. 1), зажечь горючую смесь.

8.3. Полностью открыть вентиль режущего кислорода, ацетиленовый и кислородный вентили и проверить

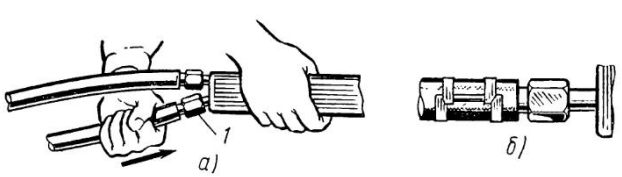



Рис. 3

запас ацетилена: длина средней светящейся зоны пламени должна равняться примерно четырем длинам ядра (это соответствует примерно 10%-ному избытку ацетилена в пламени).

8.4. Установить нормальное пламя.

8.5. Проверить правильность формы подогревающего пламени: пламя должно иметь форму кольца одинаковой ширины по всему периметру со светлым, ярко очерченным ядром (мундштуки образуют кольцевой канал, рис. 4); нормально отрегулированное пламя в резаках, имеющих мундштуки с несколькими отверстиями, должно иметь отдельные факелы пламени одинаковой формы со светлыми, ярко очерченными ядрами.

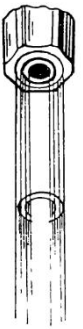


Рис. 4

8.6. В случае неправильной формы ядра пламени прочистить и продуть выходные каналы мундштуков. Каналы прочистить деревянными, алюминиевыми или стальными полированными иглами.

8.7. Закрыть и открыть несколько раз вентиль режущего кислорода. Струя режущего кислорода не должна оказывать заметного влияния на форму подогревающего пламени.

**Во время работы.** 1. Регулировать пламя до заданного состава смеси (с избытком ацетилена, нормальное) по мере нагрева мундштука, не прекращая работы.

2. Если окажется, что ацетиленовый вентиль открыт полностью, а пламя имеет избыток кислорода, немедленно прекратить резку; погасить пламя, закрыв сначала ацетиленовый вентиль, а затем кислородный.

3. Охладить головку резака в чистой воде.

4. В случае появления непрерывных хлопков (указывает на то, что может возникнуть обратный удар пламени) быстро закрыть ацетиленовый вентиль, затем кислородный и головку мундштука охладить в чистой воде.

5. В случае обратного удара пламени (проникновения горючей смеси в каналы резака) моментально погасить пламя и охладить резак в чистой воде.

Если несвоевременно перекрыть доступ ацетилена в смесительную камеру и головку резака, то чаще всего резак выходит из строя: сгорают трубки горючей смеси, резиновые уплотнительные кольца, расплавляется смесительная камера, у резаков с расположением

инжектора в головке сгорают мундштуки, инжектор и оплавляются каналы инжекторного устройства в головке.

**Резаки, работающие на газах — заменителях ацетилена**

1. Предварительный осмотр и испытания на разряжение проводятся в той же последовательности, что и для резаков, работающих на ацетилене.

2. Правила эксплуатации (зажигание, регулировка и гашение пламени) аналогичны подобным операциям для резаков, работающих на ацетилене.

**Вставные резаки**

1. Проверка на разряжение. Регулировка пламени, последовательность зажигания и гашения пламени у вставных резаков аналогичны рассмотренным резакам, однако ввод в эксплуатацию и причины отсутствия подсоса различны.

2. При отсутствии подсоса выполнить следующие операции.

2.1. Отсоединить наконечник, отвернув накидные гайки *7* и *13* (рис. 5, *а*).

2.2. Вывернуть из наконечника инжектор *6*, осмотреть, не забиты ли его каналы, если надо — прочистить.

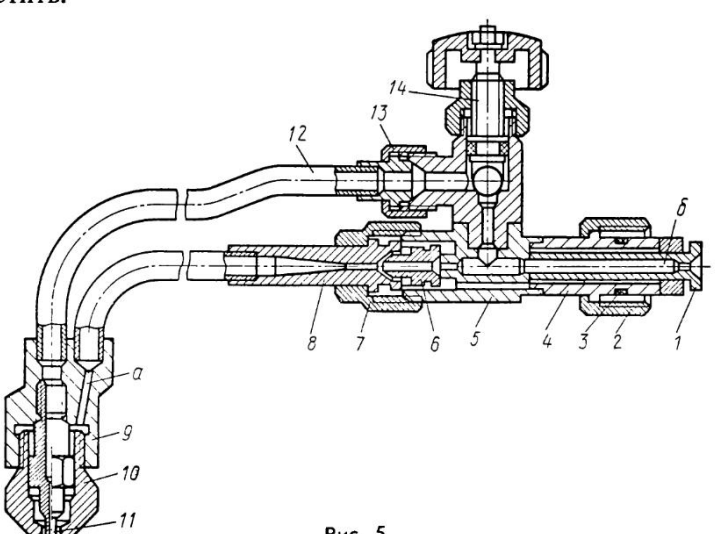



Рис. 5

2.3. Вывернуть мундштук *10*, осмотреть канал *а*, продуть смесительную камеру и трубку горючей смеси воздухом.

2.4. Проверить отсутствие утечки газа через уплотняющую поверхность ниппеля *1* в месте соединения его с корпусом *5* (см. рис. *5*).

2.5. Прочистить, продуть канал *б* и убедиться, что газ выходит из центрального канала посадочного седла под инжектор.

2.6. Поставить наружный мундштук *10* и отцентрировать его по отношению к внутреннему мундштуку *11*, ввернутому в корпус головки *9*.

2.7. Присоединить наконечник к корпусу *5* вставного резака при помощи накидных гаек *7* и *13*.

2.8. Присоединить вставной резак к корпусу горелки накидной гайкой *2*, имеющей уплотнительное резиновое кольцо *3*.

2.9. Испытать резак на подсос. При положительных результатах испытаний подсоединить ацетиленовый шланг к горелке и зажечь подогревающее пламя.

2.10. Открыть вентиль *14* (после регулировки пламени), подать струю режущего кислорода в головку резака через трубку *12*. Убедиться, что струя не оказывает заметного действия на форму пламени.

2.11. Соблюдать правила эксплуатации и обслуживания тех резаков, на базе которых созданы вставные резаки.

## III. Неисправности резаков и способы их устранения

1. При концентричном расположении внутреннего и наружного мундштуков резака подогревающее пламя имеет правильную форму и яркость по всей окружности, а струя режущего кислорода проходит через центр пламени в виде темной полосы (рис. 6, *а*).

2. Сдвиг внутреннего мундштука *1* по отношению к наружному *2* (рис. 6, *б*) или наклонное сверление выходного канала на внутреннем мундштуке *1* приводят к смещению струи режущего кислорода и несимметричности подогревающего пламени, в этом случае рез получается односторонним (рис. 6, *б*).

3. Износ выходного канала наружного мундштука (обгорание стенок канала) приводит к образованию пламени в форме «метлы» (рис. 6, *в*); снижается ско-

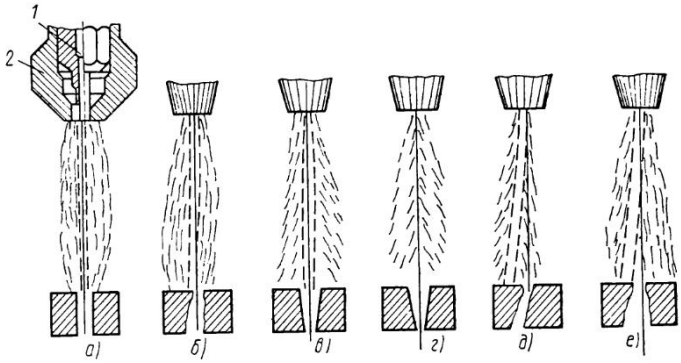



Рис. 6

рость резки и верхние кромки металла оплавляются больше.

4. Износ выходного канала внутреннего мундштука дает завихренную форму режущей струи и подогревающего пламени, глубина реза снижается, а ширина его увеличивается (рис. 6, *г*).

5. Попадание в канал внутреннего мундштука посторонних частиц приводит к образованию струи режущего кислорода в форме ласточкина хвоста, в этом случае получается косой рез (рис. 6, *д*) и недопустимое уширение реза в нижней части (рис. 6, *е*).

6. Отсутствует запас ацетилена и частые хлопки.

6.1. Неплотная посадка инжектора на седле корпуса или на уплотнительной поверхности головки.

6.2. Засорение каналов мундштука, смесительной камеры или инжектора: продуть каналы в направлении, обратном потоку газа при нормальной работе резака или прочистить медной проволокой.

6.3. Недостаточное давление кислорода: проверить и установить требуемое давление по манометрам редукторов согласно паспортным данным мундштука.

6.4. Мало или велико расстояние $L$ между торцами инжектора и смесительной камеры: вывернуть инжектор на 0,5—1,0 оборота или ввернуть его.

6.5. Большой диаметр выходного канала инжектора: заменить инжектор годным.

6.6. Плоский торец инжектора перекрывает ацетиленовый канал в результате проседания седла корпуса или неправильного изготовления инжектора (глубокая

выточка): сменить корпус резака или заменить инжектор.

6.7. Перегрев мундштука и трубки горючей смеси при продолжительной работе резака: охладить в чистой воде.

7. Постоянные хлопки пламени при пуске струи режущего кислорода.

7.1. Плохое уплотнение внутреннего мундштука, в результате чего в каналы горючей смеси проникает режущий кислород: подтянуть внутренний мундштук.

7.2. Уплотнительная поверхность головки внутреннего или наружного мундштука имеет задиры или забоины: зачистить или сменить эти детали при невозможности устранения этих дефектов.

8. Пламя горит нормально, но через некоторое время в нем появляется то избыток кислорода, то избыток ацетилена.

8.1. Изменение давления ацетилена или кислорода в результате неисправности линии подачи газов: проверить, продуть и слить скопившуюся воду в шлангах.

9. Подогревающее пламя меняет форму.

9.1. Конический клапан *2* шпинделя *1* закатан слабо и качается в продольном направлении (рис. 7), в результате чего при изменении положения резака он то перекрывает проходное отверстие *3*, то открывает его: обжать клапан или сменить его.

9.2. Вода в шланге: слить воду.

10. Новый набитый сальник пропускает газ через три-четыре дня работы.

10.1. Цилиндрическая поверхность шпинделя *1* имеет задиры и забоины, разрушающие сальниковую набивку: зачистить задиры наждачной бумагой с зернистостью 220.

10.2. Плохо парафинирован асбест или кожаные кольца: на сальник нанести смазку ЦИАТИМ-221 (маслом смазывать категорически запрещается).

10.3. Латунное сальниковое кольцо *4*, на которое опирается сальниковая набивка *5*, прогнулось в сторону резьбы шпинделя *1* (рис. 7).

10.4. Сальник набит односторонне, в результате чего происходит отжим шпинделя и образуется зазор между сальником и шпинделем: отвернуть сальниковую гайку *6*, вынуть сальник и набить новый.

11. Поворот шпинделя требует приложения значительных усилий.

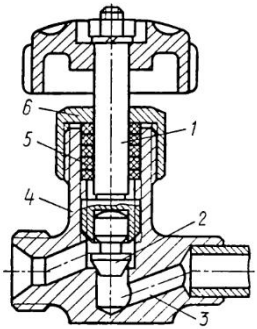



Рис. 7

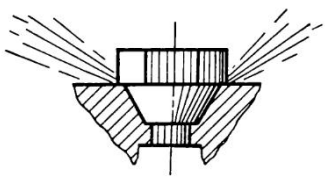


Рис. 8

11.1. Сильно затянута сальниковая гайка *6*: ослабить сальниковую гайку, проверить обмыливанием герметичность соединения.

11.2. Цилиндрическая часть шпинделя согнута: вынуть шпиндель, осмотреть и при невозможности выпрямления заменить новым.

11.3. На резьбе шпинделя или резьбе сальниковой гайки задиры: исправить плашкой резьбу шпинделя или резьбу гайки метчиком, обезжирить, нанести смазку ЦИАТИМ-221 и собрать вентиль.

11.4. На резьбе шпинделя или резьбе корпуса задиры или забоины: прогнать плашкой резьбу шпинделя или резьбу корпуса метчиком и удалить стружку. Собрать шпиндель.

11.5. Кожаное кольцо сильно сжато сальниковой гайкой и тормозит вращение шпинделя: повернуть шпиндель несколько раз.

12. В месте ввертывания заглушки в головку резака выходит кислород (рис. 8).

12.1. Заглушка затянута неплотно или на уплотнительных поверхностях имеются задиры: подтянуть заглушку, исправить дефекты уплотнительных поверхностей.

13. Отсутствует подача ацетилена.

13.1. Ниппель *2* (см. рис. 1) не довернут до упора в корпус *5*: завернуть ниппель *1* в корпус *5*.

13.2. Закрыть вентиль горючего газа: открыть вентиль.

## IV. Рекомендации по ремонту некоторых деталей резаков

### Мундштуки и головка резака

1. Удалить копоть и нагар со стенок наружного мундштука деревянным стержнем диаметром 8—10 мм, заточенным на конус (рис. 9, *а*), затем протереть салфеткой.

2. Небольшую конусность выходного отверстия мундштуков исправить подрезкой торца мундштука напильником (рис. 9, *б*). Зачистить наждачной бумагой и полированием мелом.

При большой конусности выходного отверстия мундштуки бракуются.

3. Дефекты на уплотнительных поверхностях мундштуков в виде неглубоких (до 0,2 мм) вмятин, царапин и задиров выводить чугунными притирами (рис. 10, *а*)

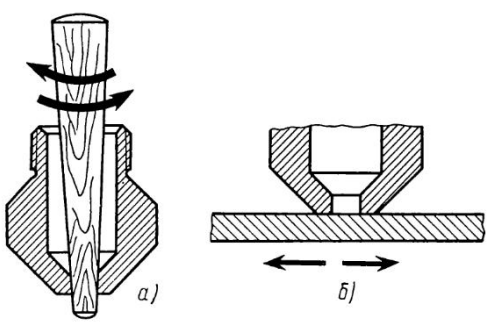



Рис. 9

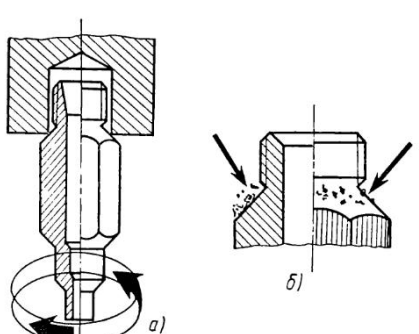



Рис. 10

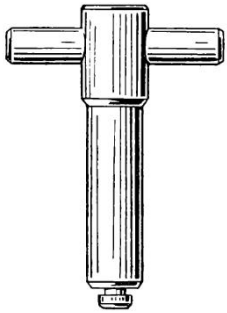


Рис. 11

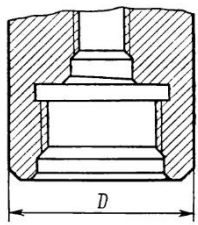



Рис. 12

вручную вращением мундштука в правую и левую стороны. На притираемую поверхность предварительно нанести наждачный порошок с зернистостью 200 (рис. 10,*б*).

4. Царапины и риски в каналах вывести (если невозможно изготовить новые мундштуки или получить запасные) при помощи стальных цилиндрических калибровок (рис. 11). Диаметры калибровок должны быть равны диаметрам выходных отверстий мундштуков.

5. Оплавленную торцовую поверхность наружного мундштука подрезать напильником на 0,5—1 мм, зачистить наждачной бумагой и отполировать мелом. Обязательно подрезать на эту же величину и внутренние мундштуки.

6. В н и м а н и е! Головку резака с увеличенным диаметром *D* (образуется в результате расширения наружным мундштуком при очень сильной его затяжке) уплотнительного конуса (рис. 12) забраковать и весь резак отправить на капитальный ремонт.

Необходимо помнить, что работа с неисправным резаком (негерметичные соединения) приводит к появлению хлопков и обратных ударов.

#### Инжектор и смесительная камера

1. Копоть и нагар на внутренних каналах удалить при помощи стальных калибровочных стержней, подобранных по диаметру отверстий.

2. Проверить правильность посадки инжектора на седло корпуса резака или на посадочное место в головке резака. Неплотности в этих соединениях приводят к тому, что кислород начинает поступать в ацетиленовую

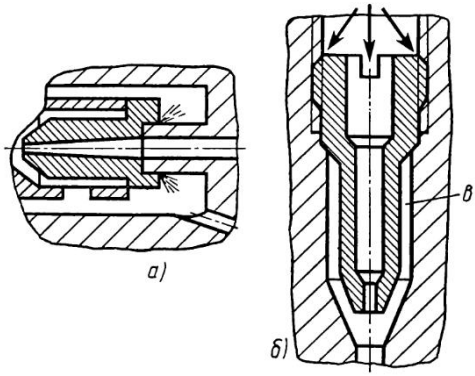



Рис. 13

полость (рис. 13, *а*) и полость *b* (рис. 13, *б*), в результате чего нарушается инжекция и возникают обратные удары и хлопки.

**Вентили**

1. Устранить пропуск кислорода или ацетилена (горючего газа) из-под сальникового круглого резинового кольца.

1.1. Разобрать вентиль (см. рис. 3, карта 30).

1.2. Собрать вентиль в такой последовательности: на шпиндель *4* надеть новое резиновое уплотнительное кольцо *8*, кольцо *6*, кожаную прокладку *5* (рис. 14, *а*), смазать смазкой ЦИАТИМ-221. Ввернуть шпиндель *4* в сальниковую гайку *7* до упора с ее торцом (рис. 14, *б*). Осторожно навернуть сальниковую гайку на штуцер корпуса, поставить на место маховичок.

Отступление от указанной последовательности приводит к порче резака вследствие того, что, не ввернув до конца шпиндель на сальниковую гайку, навертывают гайку на штуцер. В результате шарик шпинделя (уплотнительный конус) упирается в седло вентиля и при дальнейшем завинчивании сальниковой гайки происходит продавливание седла или срыв резьбы штуцера корпуса. После этого резак уже не может быть восстановлен.

2. Устранить пропуск газа между шпинделем *4* и сальниковой гайкой *7* (рис. 14, *б*).

2.1. Подтянуть сальниковую гайку для уплотнения сальника.

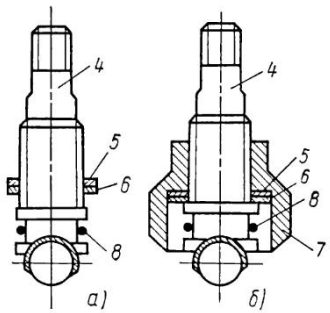



Рис. 14

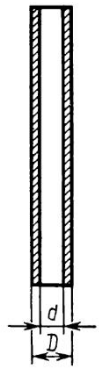



Рис. 15

2.2. Если подтягивание гайки не устранило пропуск газа, следует выполнить следующее: отвернуть маховичковую гайку *1*, снять маховичок *3*, вывернуть сальниковую гайку *7*, кольцо *6*, дополнительно набить сальник парафинированными кожаными кольцами *5* или вынуть изношенную старую набивку и набить сальник новыми кольцами, смазанными смазкой ЦИАТИМ-221 (см. рис. 3, карта 30).

Для набивки сальника применить трубчатые оправки (рис. 15), наружный диаметр *D* должен быть равен внутреннему диаметру резьбы гайки, а отверстие *d* на 0,5 мм больше цилиндрической части шпинделя.

2.3. Поставить кольцо *6*, завернуть сальниковую гайку *7*, надеть маховичок *3*, шайбу *2* и закрепить гайкой *1* (см. рис. 3, карта 30).

#### Уплотнительные поверхности шланговых штуцеров

1. Поврежденную резьбу восстановить прогонкой резьбовой плашкой.

2. Забитые конические поверхности шланговых штуцеров исправить чугунными притирками (рис. 16) с абразивным порошком.

#### Тележка и циркуль резака

1. Очищать (периодически) боковые поверхности роликов *3* (рис. 17) от приставших к ним брызг разрезаемого металла.

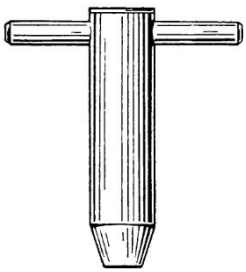


Рис. 16

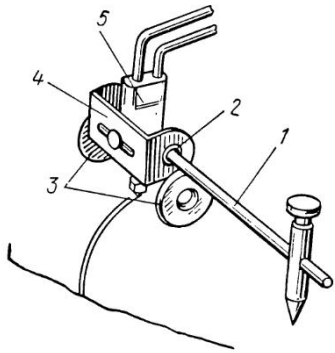



Рис. 17

2. Следить за исправностью кольца *5* тележки, так как выпадание головки из тележки приводит к удару мундштуков о разрезанный металл и к повреждению поверхности мундштуков.

3. Следить за тем, чтобы штанга циркуля *1* была ввернута в тележку *4* и надежно закреплена гайкой *2*.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 32
### ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ КЕРОСИНОРЕЗА

**Учебно-производственные задания.** I — подготовка к работе керосинореза, II — правила эксплуатации керосинореза.

**Цель задания:** научиться безопасной эксплуатации керосинореза.

## I. Подготовка к работе керосинореза

#### Подготовка бачка для жидкого горючего

1. Осмотреть корпус бачка *1* (рис. 1) и убедиться в отсутствии повреждений штуцера *6* с крышкой *5*, ручного воздушного насоса *2*, манометра *3*, запорного вентиля *4*, шлангового ниппеля *7* и самого корпуса.

2. Отвернуть крышку *5* со штуцера *6* и убедиться, что бачок чистый внутри.

3. Проверить работу воздушного насоса. Для чего взяться за ручку насоса правой рукой (рис. 2) и покачать, придерживая бачок левой рукой за верхнюю сферическую крышку и правой ногой встав на скобу *8* (см.

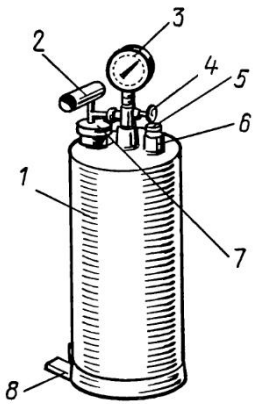



Рис. 1

Рис. 2

рис. 1). Наличие сопротивления движению поршня вниз указывает на исправность насоса.

4. Залить керосин в корпус бачка. Вставить в отверстие штуцера бачка воронку с войлоком. Встать лицом по направлению ветра. Заполнить керосином бачок на $^3/_4$ полезной емкости.

5. Закрыть крышкой отверстие штуцера.

6. Создать давление в бачке 0,15—0,3 МПа при помощи ручного насоса.

7. Обмыть мыльной пеной сварные и резьбовые соединения. Убедиться в отсутствии утечки.

**Подготовка керосинореза**

1. Проверить наличие и исправность деталей керосинореза внешним осмотром.

2. Проверить соосность расположения наружного *2* и внутреннего *1* мундштуков (рис. 3).

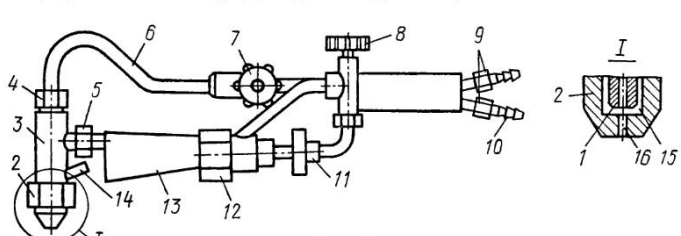



Рис. 3

3. При помощи ключей подтянуть все резьбовые соединения керосинореза.

4. Проверить исправность вентиля *8* для подачи и регулировки керосина, вентиля подогревающего кислорода (на рис. 3 не показан), вентиля режущего кислорода *7* путем открывания и закрывания вентилей. Они должны вращаться свободно, без заметных усилий.

5. Вращая маховичок *11*, убедиться в исправности его работы.

6. Снять ниппель для подсоединения кислородного шланга *10* с керосинореза, для чего отвернуть накидную гайку *9*.

Рис. 4

7. Присоединить к кислородному штуцеру (рис. 3) предохранительный клапан ЛКО-2-74 (рис. 4).

8. Присоединить к клапану ЛКО кислородный ниппель, а к ниппелю кислородный шланг и прочно закрепить хомутиком.

9. Установить давление кислорода в камере низкого давления редуктора в зависимости от номера внутреннего мундштука.

10. Открыть вентиль подогревающего кислорода и убедиться, что кислород выходит через зазор *15* между внутренним и наружным мундштуками и подогревающее сопло *14* (см. рис. 3).

11. Открыть вентиль режущего кислорода, проверить выход кислорода через центральное отверстие *16* внутреннего мундштука *2* (см. рис. 3).

12. Закрыть вентиль подогревающего кислорода, затем вентиль режущего кислорода.

13. Проверить исправность тележки керосинореза.

14. Соединить шлангом для керосина бачок с керосинорезом.

## II. Правила эксплуатации керосинореза

1. В н и м а н и е! Разместить на рабочем месте газорезчика: бачок для жидкого горючего *1* на расстоянии не менее 5 м от баллона с кислородом *2* и не более 3 м от стола газорезчика *3* (рис. 5).

2. Зажечь пламя керосинореза.

2.1. Создать с помощью ручного воздушного насоса *2* давление в бачке 0,15—0,3 МПа, открыть запорный вентиль *4* (см. рис. 1).

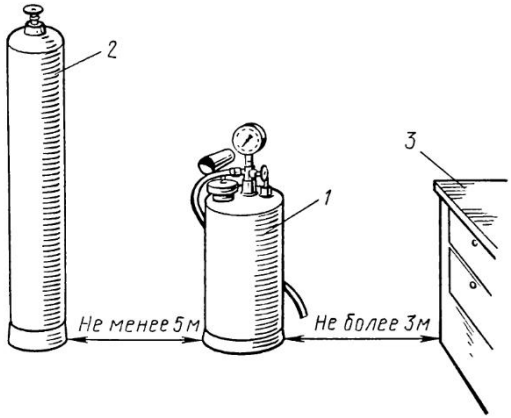



Рис. 5

2.2. Установить на кислородном редукторе давление кислорода 0,5—0,7 МПа (для толщины разрезаемого металла от 20 до 50 мм).

2.3. Открыть вентиль *8* подачи керосина в испаритель *12* (см. рис. 3).

2.4. Подогреть испаритель паяльной лампой или другим посторонним источником нагрева.

2.5. Открыть вентиль подогревающего кислорода (на рис. 6, *а* показан стрелкой). Кислород поступает в головку резака *3* и в канал вспомогательного мундштука *14*.

2.6. Зажечь смесь керосина с кислородом, выходящую из кольцевого канала (основное подогревающее пламя), и из вспомогательного мундштука *14* (подогревающее пламя, рис. 6, *б*).

2.7. Отрегулировать основное подогревающее пламя при помощи вентиля *8* горячей жидкости, вентиля подогревающего кислорода и маховичка *11*.

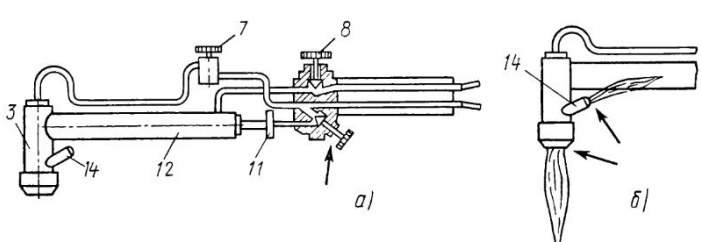



Рис. 6

2.8. Пустить струю режущего кислорода, открыв вентиль 7 режущего кислорода. Убедиться, что струя проходит по центру пламени и не оказывает заметного влияния на форму основного подогревающего пламени.

2.9. Поменять положение резака в пространстве с целью проверки устойчивости пламени.

3. Погасить пламя (при прекращении работы).

3.1. Закрыть вентиль режущего кислорода.

3.2. Закрыть вентиль подачи и регулировки горючей жидкости.

3.3. Закрыть вентиль подачи и регулировки кислорода.

3.4. Снять давление в бачке, открыв спускной вентиль.

4. Погасить пламя (при хлопках и обратных ударах).

4.1. Закрыть вентиль горючей жидкости.

4.2. Закрыть вентиль подогревающего кислорода.

4.3. Закрыть вентиль режущего кислорода.

5. При длительной работе периодически охлаждать головку керосинореза в чистой воде при открытом кислородном вентиле.

6. Промывать асбестовую оплетку в горячей воде не реже одного раза в неделю.

7. Проверять бачок и керосинорез на газопроницаемость не реже одного раза в месяц.

8. В н и м а н и е! Не допускать превышения давления в бачке для горючей жидкости над рабочим давлением кислорода. Помнить, что такая ситуация может возникнуть (чаще всего) тогда, когда кончается запас кислорода в баллоне. Пренебрежение этим правилом приводит к попаданию керосина в кислородные каналы резака и образованию обратного удара.

9. При перерывах в работе резак следует укладывать или подвешивать так, чтобы головка его была обращена вниз.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 33
### ТЕХНОЛОГИЯ КИСЛОРОДНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

**Учебно-производственные задания.** I — разделительная ручная кислородная резка, II — поверхностная кислородная резка, III — машинная кислородная резка, IV — качество кислородной резки.

**Цель заданий:** научиться выполнять ручную и машинную резку низкоуглеродистых сталей с применением в качестве горючего газа ацетилена и газов-заменителей ацетилена, уметь выбирать оптимальные параметры режима резки.

**Организационные указания.** Подготовить рабочие места для производства работ по кислородной резке, оснастив их оборудованием, приспособлениями и инструментом. Подготовить пластины из низкоуглеродистой стали толщиной 20—30 мм, обрезки уголков, швеллеров, двутавров, сваренные пластины с дефектами шва и корня шва.

## I. Разделительная ручная кислородная резка

### Резка пластин

1. Уложить пластину из низкоуглеродистой стали размером 200 × 200 × 20 мм на подставки так, чтобы расстояние от пола до разрезаемой пластины было не менее 100—150 мм.

2. Нагреть подогревающим пламенем резака поверхность металла вдоль предполагаемой линии реза.

3. Зачистить металлической щеткой прогретую поверхность от окалины, отделившейся от металла в результате нагрева пламенем.

4. Разметить предполагаемую линию реза мелом.

5. Установить необходимые номера наружного № 1 и внутреннего № 2 мундштуков в зависимости от толщины разрезаемого металла (20 мм).

6. Установить давление газов на ацетиленовом и кислородном редукторах в зависимости от выбранных мундштуков и толщины разрезаемого металла.

7. Выполнить разделительную резку.

7.1. Зажечь и отрегулировать до нормального подогревающее пламя.

7.2. Установить мундштук резака на расстоянии 3—4 мм от разрезаемого металла под углом 90° или с небольшим наклоном (5—10°) в сторону, обратную направлению резки (рис. 1, *а*).

7.3. Подогреть поверхность торца пластины до температуры, близкой к температуре плавления, при резке низкоуглеродистой стали — до температуры 1350—1360° С.

7.4. По истечении 5—10 с открыть вентиль режуще-

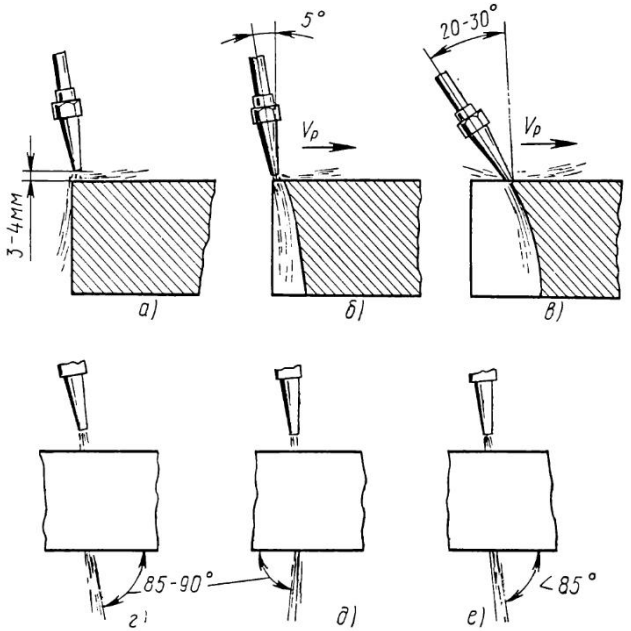



Рис. 1

го кислорода и начать процесс резки перемещением резака вдоль линии реза (рис. 1, *б*).

7.5. После прорезания пластины на 15—20 мм установить угол наклона 20—30° С (рис. 1, *в*).

7.6. В процессе резки резак перемещать равномерно с постоянной скоростью; резку выполнять на оптимальной скорости, на что указывает поток искр, вылетающих под углом 85—90° к разрезаемой поверхности (рис. 1, *г*); при слишком малой скорости резки поток искр вылетает в сторону, обратную перемещению резака (рис. 1, *д*), а при большой — под углом меньше 85° (рис. 1, *е*).

7.7. По окончании резки закрыть вентиль режущего кислорода, затем вентиль горючего газа и подогревающего кислорода.

**Подготовка кромок под сварку**

1. Повторить п. 1—6.

2. Подготовить кромки на металле толщиной 20 мм под V-образную разделку.

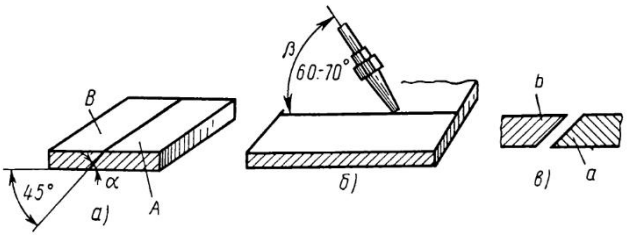



Рис. 2

2.1. Нагреть подогревающим пламенем резака поверхность торца размеченной пластины (рис. 2, *а*) до температуры воспламенения металла в кислороде (для низкоуглеродистой стали — 1350—1360° С). Угол наклона головки резака к изделию α поддерживать в пределах 45°.

2.2. Подать на нагретый металл струю режущего кислорода и, как только металл прорежется на всю глубину, перемещать головку резака вдоль линии реза. Угол β между осью головки резака и поверхностью разрезаемого металла в начале процесса резки должен быть порядка 90°, в процессе резки — порядка 60—70° (рис. 2, *б*).

2.3. Следует иметь в виду, что поверхности реза будут получаться неодинаковыми. Поверхность *b* всегда лучше, чем поверхность *а* (рис. 2, *в*). Оплавление металла сверху объясняется тем, что в этом месте концентрируется большее количество тепловой энергии подогревающего пламени, а скругление нижней кромки обусловлено действием жидкого шлака и кислородной струи, выходящей в сторону поверхности *а*. В связи с изложенным нужно стремиться к тому, чтобы в отходы шла обрезь с поверхностью *а*.

#### Вырезка отверстий на пластинах

1. Подобрать пластину из низкоуглеродистой стали размером 300 × 200 × 20 мм.

2. Очистить поверхность от окалины и других загрязнений.

3. Разметить мелом фигуры типа треугольника, квадрата, кольца (фланца, рис. 3, *а*).

4. Наметить центры будущих отверстий *1, 2, 3* для обеспечения начала резки, а в фигуре типа кольца наме-

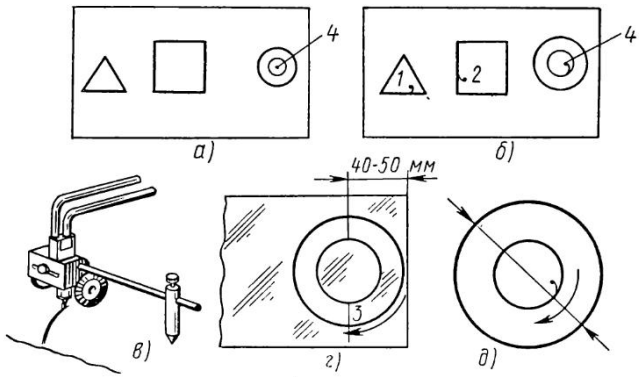



Рис. 3

тить еще и центр *4* для установки ножки тележки (рис. 3, *б*).

5. Просверлить отверстия сверлом диаметром 10—12 мм.

6. Расположить пластину на подставках для резки. Обеспечить свободное удаление продуктов резки.

7. Подготовить пост газокислородной резки к работе.

8. Зажечь подогревающее пламя резака и вырезать фигуры по разметочным линиям.

8.1. Расположить пламя резака над кромкой отверстия *1* перпендикулярно и на расстоянии 2—3 мм от ядра. Нагреть металл до температуры воспламенения его в кислороде.

8.2. Открыть вентиль режущего кислорода и выполнить резку.

8.3. Нагреть кромку отверстия *2*, расположенную ближе к направлению резки, до требуемой температуры. Направить струю режущего кислорода на нагретую поверхность и вырезать прямоугольную фигуру.

8.4. Установить на головку резака опорную тележку с циркулем, зажечь пламя, установить резак в исходное положение для вырезки кольца по внешнему контуру (рис. 3, *в*).

8.5. Выполнить резку по внешнему контуру кольца. Оставить непрорезанным участок длиной 40—50 мм (рис. 3, *г*).

8.6. Перевести резак в исходное положение над отверстием *3*. Вырезать внутренний контур кольца по всему периметру.

По окончании резки принять меры, исключающие перекос или падение головки резака, вследствие потери точки опоры циркулем и роликом, двигавшимся по металлу.

8.7. Снять тележку с головки мундштука и вырезать кольцо. Резку выполнить в направлении, показанном на рис. 3, *д*.

**Резка профильного металла**

1. Выполнить резку уголка.

1.1. Установить уголок 40 × 40 мм (60×60 мм) так, чтобы обеспечить расстояние под уголком 100—150 мм для свободного выброса продуктов резки.

1.2. Установить требуемую мощность подогревающего пламени.

1.3. Осуществить резку так, как показано на рис. 4, *а*. Сначала прорезать одну полку снизу вверх, затем резак плавно развернуть, установить перпендикулярно второй полке и закончить резку. Последовательность резки можно изменить (рис. 4, *б*).

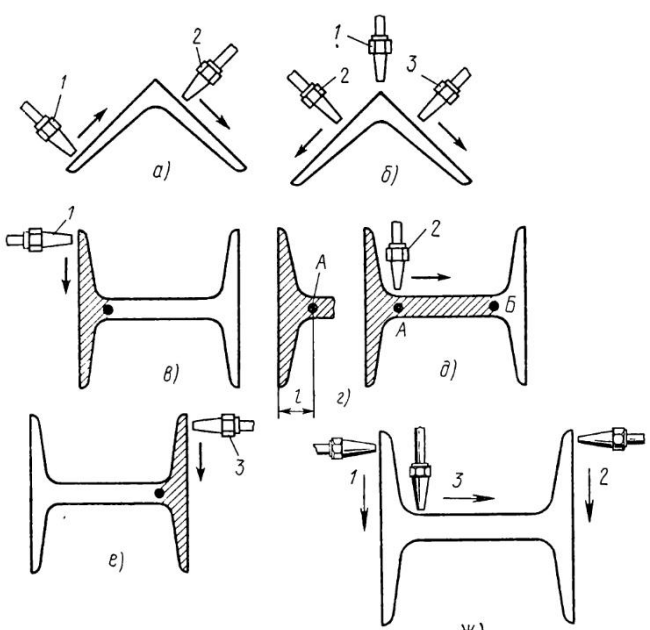



Рис. 4

2. Разрезать двутавровую балку.

2.1. Начать резку следует с верхней точки одной из полок (рис. 4, *в*). Прорезать полку на всю длину и толщину. Для этого при подходе резака к стойке балки скорость резки уменьшить с целью прорезания стойки на некоторую величину *l* до точки *А* (рис. 4, *г*).

2.2. Переместить резак в точку *А* и установить его перпендикулярно стойке двутавровой балки. Нагреть металл и прорезать стойку до точки *Б* (рис. 4, *д*).

2.3. Установить резак в верхнюю точку второй полки (рис. 4, *е*) и закончить резку. Резку можно выполнить и по схеме, показанной на рис. 4, *ж*.

#### Резка швеллера

1. Установить мундштук резака под углом к поверхности швеллера. Нагреть кромку и начать резку. В процессе резки менять положение пламени относительно разрезаемой поверхности так, как показано на рис. 4, *д*.

2. Выполнить резку в таком же порядке, но резак разместить снаружи контура швеллера.

#### Резка прутков квадратного профиля

1. Начать резку с угла. Головку резака установить под углом примерно 45° (рис. 5, *а*). Нагреть металл до температуры воспламенения. Перевести головку резака в вертикальное положение (рис. 5, *б*). Начать резку.

2. В конце резки наклонить головку резака на 5—10° в сторону, противоположную направлению резки (рис. 5, *в*), с тем чтобы в первую очередь прорезать нижний угол.

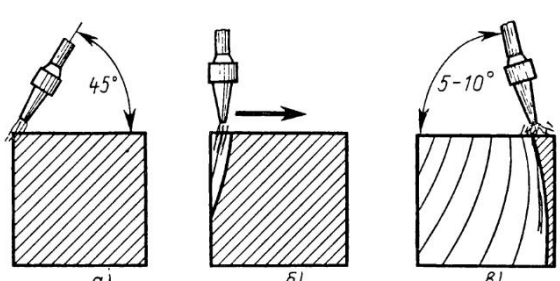



Рис. 5

**Резка проката круглого профиля**

1. Нагреть металл в верхней точке (зените) круга (рис. 6, *а*) до температуры воспламенения. Перевести головку резака в положение *2* (рис. 6, *б*), пустить струю режущего кислорода на нагретый участок металла.

2. Осуществить разделительную резку, перемещая головку резака в положения *3—6* (рис. 6, *б*). Расстояние мундштука от поверхности металла поддерживать постоянным.

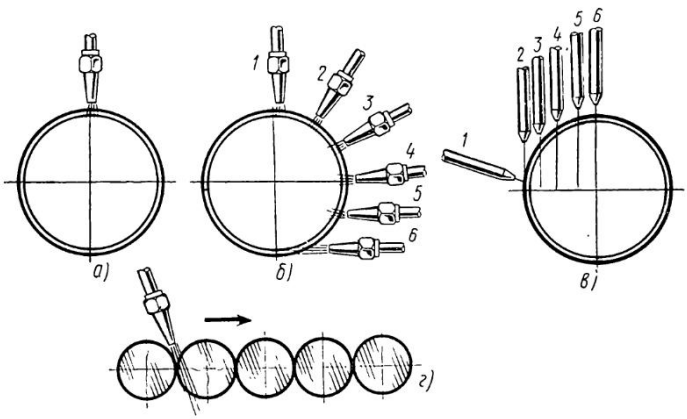



Рис. 6

3. Выполнить резку по схеме рис. 6, *в*.

4. Производительность процесса кислородной резки повысится, если осуществлять резку нескольких прутков, расположенных друг за другом (рис. 6, *г*). Особенность процесса резки состоит в том, что в местах перехода на каждый последующий пруток нужно наклонять мундштук резака в сторону, обратную направлению резки.

**Резка труб**

1. Разметить трубу, используя металлическую гибкую линейку и мел. Опоясать трубу линейкой, провести разметочную линию мелом (рис. 7, *а*).

2. Трубу расположить на роликовом стенде (рис. 7, *б*).

3. На головке мундштука прикрепить каретку (рис. 7, *в*).

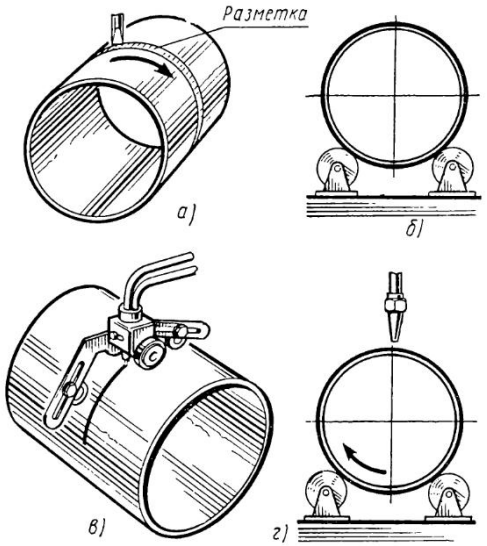



Рис. 7

4. Зажечь подогревающее пламя. Расположить головку резака с кареткой в верхней точке трубы. Нагреть металл до температуры воспламенения, подать струю режущего кислорода, т. е. начать процесс резки. Одновременно вращать трубу по направлению стрелки (рис. 7, *г*).

## II. Поверхностная кислородная резка

1. Подготовить резак для поверхностной резки (РАП-1).

2. Подготовить пластину из низкоуглеродистой стали размером 200 × 200 × 20 мм.

2.1. Для выполнения упражнения по резке нанести мелом линию *1* для вырезки канавки глубиной 4—*5* мм, линию *2* (рис. 8, *а*) для вырезки канавки глубиной 12—16 мм.

2.2. Нанести мелом линию *3*. В начале места реза поставить зарубку (зубилом и молотком) для ускорения процесса нагрева металла до температуры воспламенения (рис. 8, *а*).

2.3. Нанести линии *4, 5* для поверхностной вырезки канавок на малой и большой скоростях. Оставить часть поверхности неразмеченной (рис. 8, *б*).

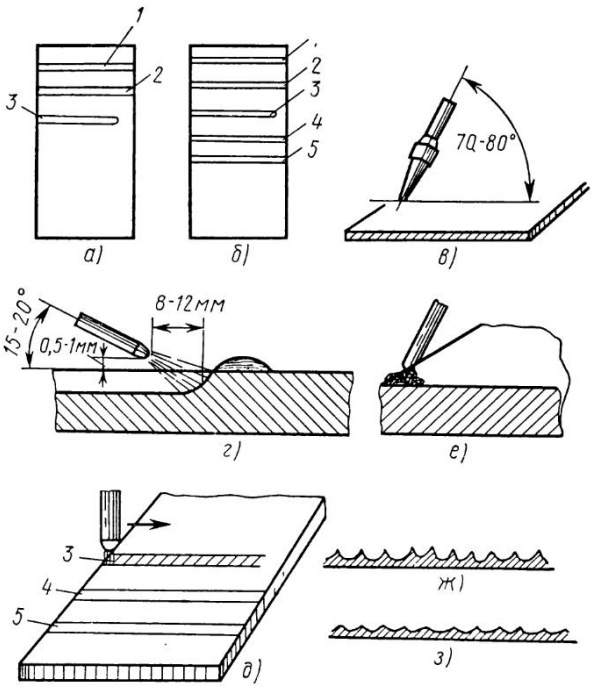



Рис. 8

3. Установить: мундштук № 1, расход кислорода 30—32 м$^3$/ч, расход ацетилена 0,9—0,95 м$^3$/ч.

4. Зажечь пламя. Установить мундштук резака под углом 70—80° к поверхности металла в исходной точке разметочной линии *1* (рис. 8, *в*).

5. Нагреть до температуры воспламенения кромку металла.

6. Включить режущий кислород и одновременно установить мундштук под углом 15—20°. Вырезать канавку глубиной 4—5 мм, выдерживая размеры, показанные на рис. 8, *г*. Резак перемещать быстро без колебаний, струю режущего кислорода направлять по линии разметки и следить за тем, чтобы ось мундштука совпадала с осью размеченной линии.

7. Вырезать канавку глубиной 12—16 мм по линии разметки, для чего сменить мундштук на второй номер, установить расход кислорода 50—55 м$^3$/ч и ацетилена 0,9—1,0 м$^3$/ч, скорость резки поддерживать в пределах 3—4 м/мин, угол наклона мундштука 30—40°.

8. Вырезать канавки по линиям разметки *3*, *4* и *5*. Заметить время нагрева металла до температуры воспламенения и время резки в каждом упражнении (привлечь товарища по группе с секундомером). После выполнения упражнений сравнить результаты и сделать соответствующие выводы.

8.1. Вырезку канавки *3* начать с нагрева выступающего металла, образованного зарубкой зубилом (рис. 8, *д*). Скорость выдержать нормальной, как и при резке канавки *2*.

8.2. Процесс резки по линии *4* начать с нагрева плоской поверхности пластины. Резку вести на повышенной скорости.

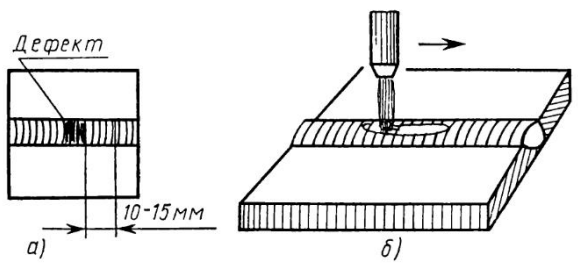



Рис. 9

8.3. Процесс резки по линии *5* начать с нагрева и расплавления конца присадочной низкоуглеродистой проволоки диаметром 4 мм на поверхности металла (рис. 8, *е*), т. е. нанести в начале реза расплавленный металл проволоки и пустить струю режущего кислорода. Скорость резки уменьшить по сравнению со скоростью вырезки канавки *3*.

9. Снять поверхность металла на глубину 8—10 мм грубой (рис. 8, *ж*) и чистой (рис. 8, *з*) поверхностной резкой.

10. Вырезать дефектное место в корне шва на ранее сваренных образцах (толщина металла 10 мм).

10.1. Отступить от дефекта на расстояние 10—15 мм вправо (рис. 9, *а*). Вырезать канавку на глубину залегания дефекта. Резку закончить примерно на середине дефектного места.

10.2. Начать резку в точке, отстоящей от дефектного места слева на 10—15 мм, и закончить вырезку дефекта, перемещая пламя резака слева направо (рис. 9, *б*).

## III. Машинная кислородная резка

### Резка листов под прямым углом

1. Расположить чистый лист из углеродистой стали толщиной 20 мм на подставках в горизонтальном положении.

2. Подготовить к работе машину АСШ-70, состоящую из колонны *1*, шарнирной рамы *2*, копира *3*, магнитной катушки *4*, резаков *5* (рис. 10, *а*), или переносную машину «Микрон-2», «МГП-2».

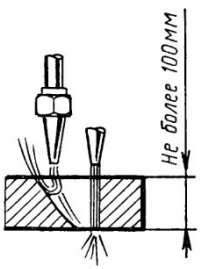


Рис. 10

2.1. Проверить исправность машины внешним осмотром и пуском ее на холостом ходу.

2.2. Установить копир *3* на консоли машины.

2.3. Установить параметры режима резки: давление кислорода и ацетилена, скорость резки, расстояние между торцом мундштука и поверхностью металла, расход ацетилена и кислорода.

2.4. Зажечь подогревающее пламя и отрегулировать до нормального. Пустить струю режущего кислорода и убедиться в отсутствии нарушения формы подогревающего пламени.

3. Вырезать деталь.

3.1. Подвести резак к начальной точке реза и расположить его так, чтобы ось режущего канала мундштука находилась над точкой начала реза.

3.2. Нагреть металл до появления ванночки расплавленного металла.

3.3. Включить перемещение резака на пониженной скорости и режущий кислород пониженного давления, затем постепенно наращивать давление режущего кислорода до требуемого. Пламя при этом будет постепенно врезаться в металл, брызги будут выбрасываться струей кислорода вверх мимо торца мундштука (рис. 10).

К моменту установления нормального давления режущего кислорода отверстие будет пробито (длительность прожигания отверстия составляет порядка 0,5 мин для данной толщины металла). После пробивки отверстия включить заданную скорость перемещения резака (300—340 мм/мин).

3.4. По окончании вырезки детали перекрыть вентиль режущего кислорода и перевести резак в исходную точку для вырезки следующей детали.

По окончании урока или при перерыве в работе более 5 мин погасить пламя, закрыть все газовые вентили, отключить машину от электросети.

## IV. Качество кислородной резки

1. Качество резки определяется точностью резки. Точность резки зависит от квалификации резчика при ручной резке и возрастает при резке на машинах с ручным электромагнитным, фотоэлектронным и программным управлением.

Величина отклонений от заданного контура зависит также от длины, толщины, состояния поверхности листа, формы вырезаемой заготовки, установления правильной последовательности резки и др.

2. Качество разделительной резки характеризуется отклонением 7 поверхности реза от перпендикулярности (рис. 11, *а*) и шириной реза. Неперпендикулярность можно снизить точным ведением резки без отклонений резака от вертикального положения (рис. 11, *б*).

3. Качество поверхности реза оценивается следующими параметрами.

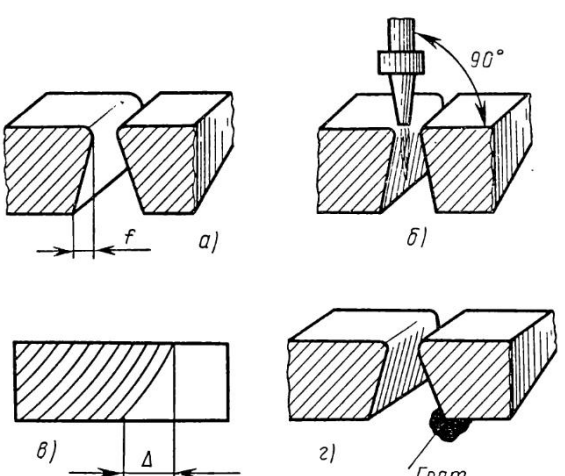



Рис. 11

3.1. Шероховатостью поверхности, т. е. количеством бороздок на единицу длины и глубиной бороздок, оставляемых режущей струей кислорода.

3.2. Отклонением бороздок от прямолинейности в результате отставания $\Delta$ от оси мундштука режущей струи кислорода (рис. 11, *в*).

3.3. Оплавлением кромок.

3.4. Наличием или отсутствием грата (рис. 11, *г*).

ГОСТ устанавливает три класса качества поверхности при машинной резке: 1-й класс — высший, 2-й класс — повышенный, 3-й класс — обычный. Для каждого класса установлены предельные допуски.

## ТЕМА. КИСЛОРОДНО-ФЛЮСОВАЯ РЕЗКА

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 34 ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТУРЫ ДЛЯ КИСЛОРОДНО-ФЛЮСОВОЙ РЕЗКИ

**Учебно-производственные задания.** I — ознакомление с оборудованием для резки, II — правила эксплуатации аппаратуры для резки, III — некоторые неполадки в работе установок УРХС и способы их устранения, IV — общие положения по технике безопасности при кислородно-флюсовой резке.

**Цель заданий:** научиться безопасной эксплуатации аппаратуры для кислородно-флюсовой резки.

**Организационные указания.** Подготовить посты для кислородно-флюсовой резки.

### I. Ознакомление с оборудованием для резки

1. Оборудование поста для резки (рис. 1) состоит из резака *1*, шланга *2* для подачи флюса в резак, флюсопитателя *3*, кислородного баллона *4* (или кислородной рампы), кислородного редуктора *5*, ацетиленового баллона *10* с редуктором *9* (или ацетиленового генератора с водяным затвором), гибкого шланга *11* для подачи ацетилена или другого газа в резак, шланга *8* для подачи кислорода в резак.

При механизированной резке в состав оборудования поста входит стационарная или переносная машина, перемещающая резак с заданной (регулируемой) скоростью.

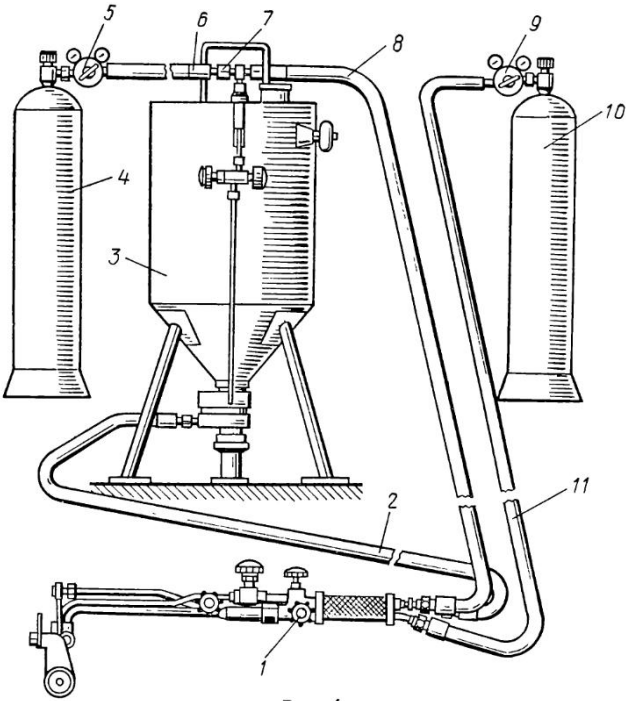



Рис. 1

2. На рис. 2 изображен флюсопитатель, состоящий из корпуса *1*, горловины *3*, колпачка горловины *4*, манометра *2*, шланга *7*, штуцера циклонной камеры *8*, редуктора *5*, вентиля *6* флюсонесущего газа, маховичка *9*, циклонной камеры *12*, штока *10*, седла *11*, приемного штуцера *13*.

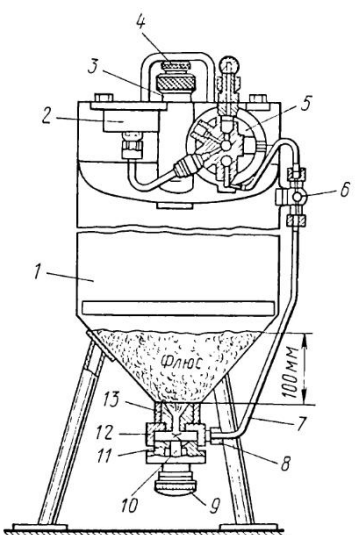



Рис. 2

## II. Правила эксплуатации аппаратуры для резки

### Подготовка и работа флюсопитателя ФП-1-65

1. Проверить исправность флюсопитателя внешним осмотром.

2. Соединить флюсопитатель с резаком при помощи шланга с внутренним диаметром 6 мм и длиной не более 10 м. В случае необходимости допускается использование шлангов большей длины, однако это может привести к неравномерной подаче флюса.

3. Сухой порошок (флюс) просеять перед засыпкой в бачок флюсопитателя.

4. Засыпать порошок в бачок.

4.1. Снять колпачок *4* с горловины *3*, расположенной на крышке флюсопитателя (рис. 2).

4.2. Засыпать требуемую марку флюса (в зависимости от химического состава материала, подвергающегося резке) в количестве не более 20 кг.

4.3. Поставить колпачок на место.

5. Присоединить кислородный шланг *6* к ниппелю флюсопитателя посредством накидной гайки *7* (см. рис. 1).

6. Открыть вентиль на кислородном баллоне.

7. Установить давление флюсоподающего газа в бачке флюсопитателя по манометру *2* при помощи редуктора *5* (см. рис. 2). Максимальное рабочее давление 0,05 МПа, минимальное — 0,01 МПа.

8. Подать флюс в ручной резак РАФ-1-65.

8.1. Открыть вентиль *6*, пустить флюсонесущий газ через шланг *7* в регулировочное устройство флюсопитателя *1* (см. рис. 2).

8.2. Вращением маховичка *9* (см. рис. 2) против часовой стрелки опустить шток *10* вниз (создать зазор между седлом *11* приемного штуцера *13*). Флюс поступит в циклонную камеру *12* и через шланг к резаку (см. рис. 2).

8.3. Изменяя зазор между штоком *10* и седлом *11* приемного штуцера (перемещая шток вверх или вниз), уменьшать или увеличивать количество порошка, поступающего в циклонную камеру.

9. Регулировать количество подаваемого флюса к резаку следующим образом.

9.1. Для увеличения подачи флюса открыть порошковый вентиль на резаке вращением маховичка против

часовой стрелки с помощью редуктора *5* (см. рис. 2), постепенно увеличить давление кислорода во флюсопитателе *1* до 0,05 МПа.

Если при таком давлении количество подаваемого флюса все еще недостаточно, необходимо снизить давление во флюсопитателе до 0,04 МПа: выпустить газ и повернуть вентиль *6* на 1,5 оборота от закрытого положения (см. рис. 2).

9.2. Для уменьшения подачи флюса открыть порошковый вентиль на резаке и постепенно понизить давление в бачке флюсопитателя до 0,01 МПа (минимальное давление).

Если при таком давлении количество подаваемого флюса все еще велико, то следует увеличить давление во флюсопитателе до 0,02 МПа и повернуть вентиль *6* (см. рис. 2) на $^1/_2$ оборота от открываемого положения.

10. Прекратить работу флюсопитателя, если уровень порошка в бачке флюсопитателя станет ниже отметки 100 мм (см. рис. 2). В этом случае наблюдается неравномерная пульсирующая подача флюса к резаку.

**Правила эксплуатации резака для кислородно-флюсовой резки типа РАФ-1-65**

1. Резак для кислородно-флюсовой резки (рис. 3) отличается от обычного резака для кислородной резки наличием порошкового вентиля *4*, служащего для включения и выключения подачи флюса. На головке резака закреплена колодочка *2*, к которой присоединены две сменные втулки *1*, устанавливаемые под углом 25° к оси мундштука. Втулки *1* через тройник *3* и систему трубок связаны с порошковым вентилем *4*.

2. Правила испытания нового резака и правила эксплуатации резаков для кислородно-флюсовой резки

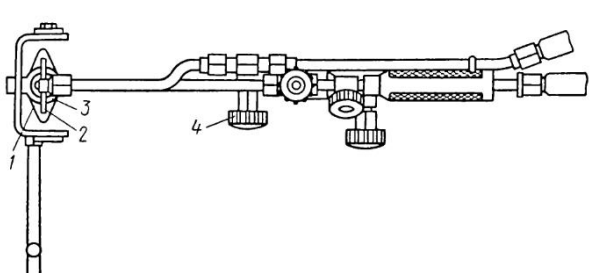



Рис. 3

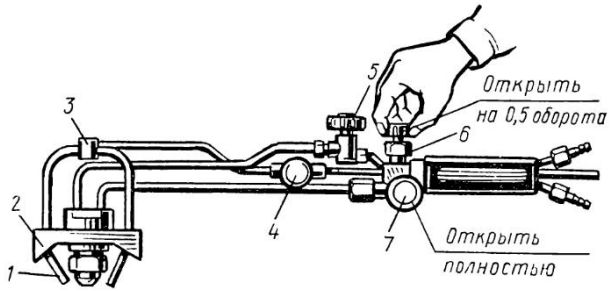



Рис. 4

ничем не отличаются от аналогичных правил испытания и эксплуатации кислородных резаков (см. карту 31).

3. Зажечь и отрегулировать подогревающее пламя.

3.1. Установить (при закрытых вентилях резака) давление кислорода и ацетилена (контролировать по манометрам на редукторах) в соответствии с технической инструкцией.

3.2. Приоткрыть не более чем на 0,5 оборота вентиль кислорода *6* на резаке (рис. 4, *а*), затем открыть полностью вентиль ацетилена *7* и зажечь горючую смесь (*1* — сменные втулки, *2* — колодки, *3* — тройник).

3.3. Открыть полностью вентиль кислорода *6* и вентилем ацетилена *7* отрегулировать нормальное для данного процесса пламя.

4. В процессе резки наблюдать за формой пламени и по мере обеднения смеси ацетиленом приоткрывать вентиль ацетилена или увеличивать давление ацетилена. Если запас ацетилена исчерпан, прекратить работу и охладить головку резака.

5. При обратном ударе пламени немедленно прекратить подачу флюса, закрыть ацетиленовый вентиль, затем кислородный вентиль и охладить резак до полного остывания головки и смесительной камеры.

6. В н и м а н и е! Прежде чем зажечь пламя вновь, проверить уровень воды в водяном затворе и при необходимости долить воду до уровня контрольного крана. Проверить степень затяжки накидной гайки смесительной камеры.

7. Неисправности в работе резака и способы их устранения изложены на карте 31.

8. По окончании работы закрыть вентили всех баллонов, выпустить газ из всех коммуникаций и освободить рабочие (нажимные) пружины редукторов.

## III. Некоторые неполадки в работе установок УРХС и способы их устранения

1. Прекращение подачи флюса вызывается следующими причинами.

1.1. Перегибом шланга, подводящего флюс к резаку, в результате чего образуется пробка флюса, для устранения неисправности отсоединить шланг от резака и флюсопитателя и продуть его сжатым воздухом (кислородом).

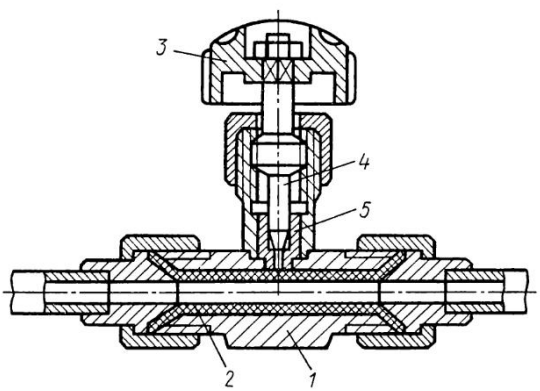



Рис. 5

1.2. Влажность флюса, находящегося в бачке. Для устранения этого вскрыть бачок, снять циклонную камеру, высыпать из бачка флюс, просушить бачок и флюс, продуть шланг и флюсопадающий тракт резака.

1.3. Неисправностью порошкового вентиля (рис. 5). В процессе работы резиновая трубка *2* изнашивается, в результате чего прекращается подача кислородно-флюсовой смеси; надо сменить резиновую трубку.

1.4. Чрезмерным нагревом флюсоподводящих трубок резака. Рекомендуется резку производить не более 0,5 ч, а затем охлаждать резак.

2. Пульсация подачи флюса во время работы может быть вызвана следующими причинами.

2.1. Поступлением флюса в количестве, превышающем необходимое. Перекрыть подачу кислорода с помощью редуктора *5*, снять давление флюсонесущего кислорода, открыв вентиль *9*, и выпустить кислород из корпуса флюсопитателя *1* (см. рис. 2), после чего снова отрегулировать зазор между штоком *16* и седлом

приемного штуцера *17* (см. рис. 2), для чего ввернуть до отказа шток *1*, затем вывернуть его на 1—2 оборота.

2.2. Большим давлением флюсонесущего кислорода. С помощью редуктора *5* надо установить требуемое давление флюсонесущего кислорода.

2.3. Содержанием во флюсе большого количества крупных частиц. Перед засыпкой флюс просеять через сито № 028 для удаления из него частиц крупнее 0,28 мм.

### IV. Общие положения по технике безопасности при кислородно-флюсовой резке

1. К выполнению работ по кислородно-флюсовой резке допускаются лица не моложе 18 лет, сдавшие техминимум.

2. При использовании ацетилена от передвижного генератора необходимо соблюдать все правила и требования инструкции по эксплуатации данного генератора.

3. Следить за правильным и герметичным присоединением шлангов к резаку, флюсопитателю, редукторам и т. д.; тщательно проверять перед зажиганием пламени плотность всех соединений установки.

4. Выполнять работу только при наличии вентиляции или местных отсосов; при отсутствии вентиляции или при недостаточной ее надежности для защиты дыхательных путей, использовать шлемы-маски с принудительной подачей чистого воздуха.

5. Работу выполнять в наглухо застегнутой спецодежде, в брезентовых рукавицах.

6. Резку производить в защитных очках, закрепленных на голове резиновой тесьмой.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 35
## РЕЗКА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ, ЧУГУНА И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Учебно-производственные задания.** I — техника и технология разделительной резки высоколегированных сталей, II — особенности разделительной резки чугуна и цветных металлов, III — поверхностная кислородно-флюсовая резка.

**Цель заданий:** научиться выполнять разделительную и поверхностную кислородно-флюсовую резку с использованием оптимальных режимов.

**Организационные указания.** Подготовить посты для кислородно-флюсовой резки, молотки, зубила, стальные щетки, латунные иглы, защитные очки, спецодежду, респираторы.

Подготовить образцы из коррозионно-стойкой хромистой или хромоникелевой стали толщиной 10—20 мм, чугуна, меди и бронзы. Подготовить флюсы различных марок.

## I. Техника и технология разделительной резки высоколегированных сталей

1. Очистить образец от грязи.

2. Выправить листовой металл. Отклонение от горизонтальной плоскости не должно превышать 3 мм на 1 м погонной длины (рис. 1, *а*).

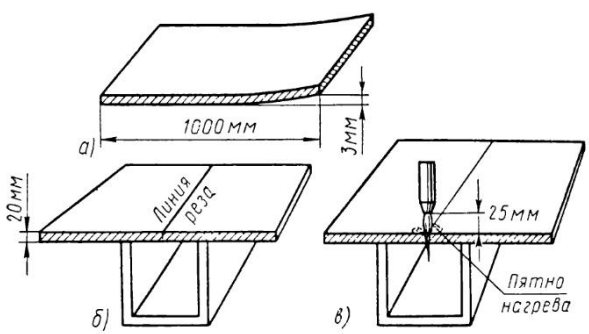



Рис. 1

3. Уложить лист на стол или подкладки так, чтобы свободное пространство под разрезаемым металлом было не менее 300 мм (рис. 1, *б*).

4. Разрезать листовой металл из коррозионно-стойкой стали толщиной 20 мм, начиная с кромки листа (рис. 1, *в*). Мощность подогревающего пламени должна быть на 15—20% больше, чем при обычной резке той же толщины.

4.1. Установить головку резака с горящим подогревающим пламенем нормального состава или с небольшим избытком ацетилена перпендикулярно поверхности металла так, чтобы почти весь мундштук находился над ним и расстояние от торца мундштука до детали было 20—25 мм (рис. 2, *а*).

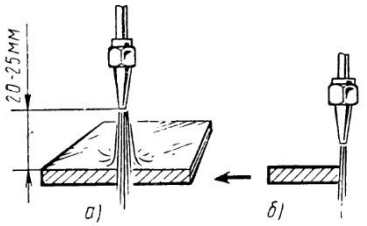



Рис. 2

4.2. Подогреть некоторый объем металла до температуры, близкой к температуре плавления, и сдвинуть головку резака назад так, чтобы только часть центрального канала режущего кислорода находилась над кромкой (рис. 2, *б*).

4.3. Открыть вентиль для подачи флюса и вентиль режущего кислорода. Необходимо иметь в виду, что продолжительность подогрева металла в момент начала резки значительно меньше продолжительности подогрева при обычной кислородной резке. Практически можно врезаться в металл безостановочно.

4.4. После установления процесса горения металла по всей его толщине резак перемещать равномерно относительно разрезаемого металла. Чем равномернее это перемещение, тем более чистая поверхность реза.

4.5. В процессе резки поддерживать оптимальную скорость резки, для которой характерно то, что шлак из разреза вылетает под углом 90° к поверхности листа (рис. 3, *а*).

При уменьшении скорости резки поток шлака вылетает вперед (рис. 3, *б*), а при увеличении скорости шлак удаляется из разреза с отставанием относительно оси струи кислорода (рис. 3, *в*).

4.6. Следить во время резки за наличием флюса на верхних кромках реза: если на них остаются небольшие валики расплавленного железного порошка (рис. 4, *а*), то расход флюса оптимальный; повышенный расход флюса вызывает увеличение размеров валиков (рис. 4, *б*) и замедляет процесс резки; при малом расходе флю-

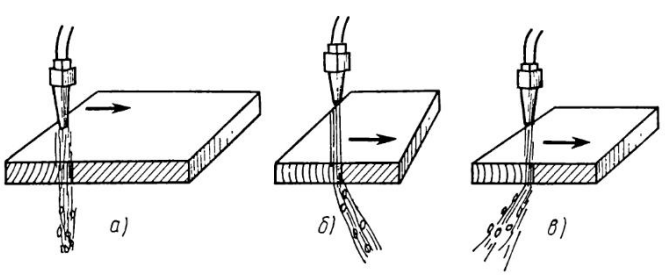



Рис. 3

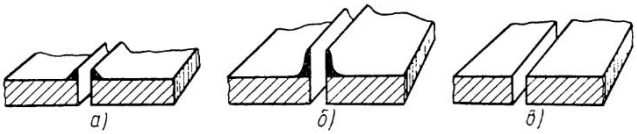



Рис. 4

са — верхние кромки чистые (рис. 4, *в*), процесс резки замедляется из-за недостаточного количества теплоты, выделяющейся в разрезе, и из-за увеличенной вязкости шлаков.

4.7. По окончании резки приостановить движение резака с тем, чтобы вначале прорезать нижнюю кромку металла (рис. 5).

4.8. Прекратить подачу флюса и режущего кислорода.

4.9. Погасить подогревающее пламя резака.

5. Разрезать лист толщиной 20 мм из коррозионностойкой стали, начиная с середины листа.

5.1. Отрегулировать подогревающее пламя до состояния, при котором наблюдается небольшой избыток горючего газа.

5.2. Установить головку резака над точкой начала резки на расстоянии 20—25 мм от поверхности листа.

5.3. Подготовить место пробивки отверстия до температуры воспламенения листа, а затем направить на него флюс и струю режущего кислорода.

5.4. После загорания металла перемещать резак с небольшой скоростью. Кислородная струя постепенно врезается в металл и на длине 10—20 мм разрезает его по всей толщине (рис. 6). Время пробивки отверстия составляет примерно 0,5 с.

Продолжительность пробивки одного отверстия зависит от толщины металла: при толщине 10 мм — 0,25 с; 20 мм — 0,5 с; 30 мм — 0,75 с; 40 мм — 1,0 с; 70 мм — 1,5 с; 90 мм — 2 с.

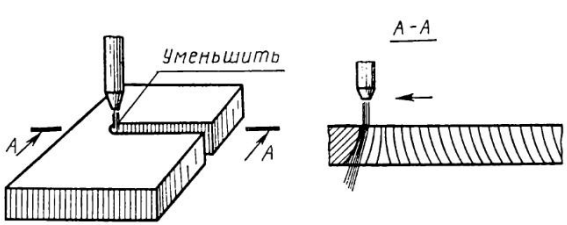



Рис. 5

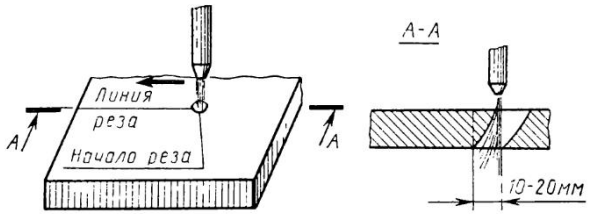



Рис. 6

**Особенности резки неповоротных стыков труб**

1. Разрезать трубу диаметром 219 мм.

2. Просверлить снизу трубы отверстие, равное ширине реза (диаметром 5—6 мм, рис. 7, *а*).

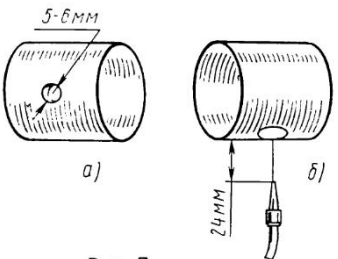



Рис. 7

3. Установить мундштук над отверстием на расстоянии 23—24 мм и под углом 90° (рис. 7, *б*).

4. Нагреть кромку отверстия. Подать флюс и режущий кислород. Осуществить резку.

**Режимы и особенности механизированной резки сталей больших толщин** (более 100 мм)

При резке сталей толщиной более 100 мм на процесс резки отрицательно влияет неравномерность нагрева детали по толщине. В результате этого окисление (сгорание) нижних слоев металла протекает медленнее, чем верхних, что обуславливает значительную величину отставания. Поэтому нужно применять следующие мероприятия.

1. Установить в начале резки мундштук под углом 90°, либо под углом 5—10° в сторону, обратную направлению резки.

2. Нагреть кромку металла до температуры, близкой к температуре плавления.

3. Включить подачу флюса (открыть флюсовой вентиль) и одновременно приоткрыть вентиль режущего кислорода так, чтобы давление перед резаком составляло 0,1—0,15 МПа, и включить механизм передвижения

резака, обеспечивающего скорость резки примерно 50% номинальной скорости.

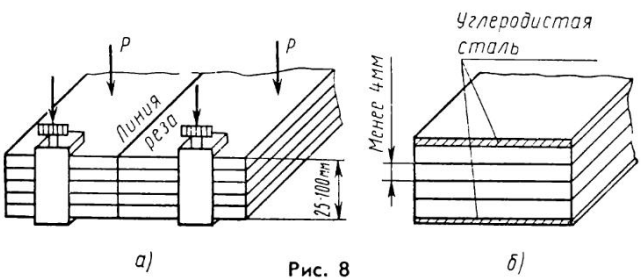
4. После прорезания металла примерно на $^1/_3$ его толщины постепенно повышать давление до 0,2—0,3 МПа и увеличивать одновременно скорость резки на 10—15% по сравнению с начальной скоростью.

5. После прорезания металла примерно на $^2/_3$ его толщины повысить давление режущего кислорода до 0,45—0,55 МПа и увеличить скорость резки на 10—15%.

6. В конце процесса плавно уменьшить скорость резки до 50% от оптимальной.

**Особенности пакетной кислородно-флюсовой резки**

1. Пакетная резка не требует специальной подготовки листового металла, укладываемого в пакет; нужно листы скрепить в нескольких местах (рис. 8, *а*), чтобы исключить возможность их взаимного смещения при резке.




*а)* Рис. 8 *б)*

Допускается наличие местных зазоров между листами до 2—4 мм. Оптимальная толщина пакета должна составлять 25—100 мм в зависимости от толщины отдельных листов.

2. При резке листов толщиной менее 4 мм на пакет сверху и снизу наложить листы из углеродистой стали (рис. 8, *б*). Это необходимо для исключения коробления и перегрева листов пакета.

## II. Особенности разделительной резки чугуна и цветных металлов

1. Приемы резки остаются такими же, что и при кислородно-флюсовой резке высоколегированной стали, меняются только режимы резки. Поэтому большое вни-

мание нужно уделять правильному выбору и установке режимов резки; режимы приведены в табл. 3.

*Таблица 3*

**Параметры режима разделительной резки**

| Параметры режима | Толщина разрезаемого чугуна, мм | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| Скорость резки, мм/мин | 130 | 90 | 50 | 35 | 30 | 25 | 20 | 15 |
| Расход на 1 м реза: | | | | | | | | |
| кислорода, $м^3$ | 0,9 | 2,0 | 4,5 | 8,5 | 13,5 | 20,0 | 37,5 | 35 |
| ацетилена, $м^3$ | 0,1 | 0,16 | 0,3 | 0,45 | 0,6 | 0,75 | 0,9 | 1,1 |
| флюса, кг | 2,0 | 3,5 | 6,0 | 9,0 | 11,5 | 14,0 | 17,0 | 20,0 |

2. В некоторых случаях с целью экономии материалов и времени при разделке массивных отливок в переплавку, кислородно-флюсовую резку чугуна производят не на всю толщину металла, а только на глубину 30—100 мм с последующей ломкой под копром.

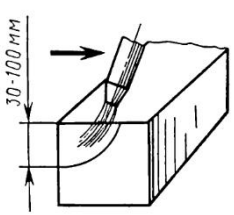



Рис. 9

Головку резака в этом случае нужно располагать так, чтобы кислородная струя и флюс были направлены в сторону, противоположную направлению резки (рис. 9).

3. При разделительной резке меди нужно предварительно разогреть подогревающим пламенем место начала реза до температуры

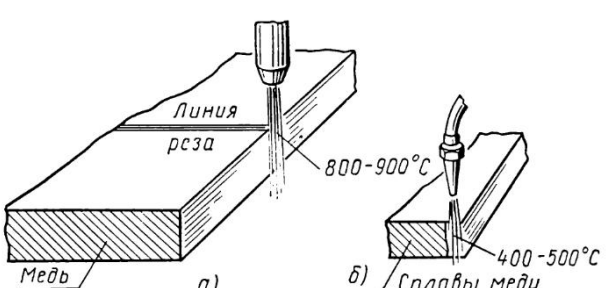



Рис. 10

800—900° С (рис. 10, *а*). Если нужно резать листы небольших размеров, целесообразно применять общий предварительный подогрев до температуры 800—900° С.

4. При разделительной резке сплавов меди необходимо разогреть металл на участке, прилегающем к начальной точке реза, до температуры 400—500° С (рис. 10, *б*).

5. При резке меди и ее сплавов мощность подогревающего пламена резака должна быть примерно в 6 раз больше, чем при резке высоколегированных сталей.

### III. Поверхностная кислородно-флюсовая резка

1. Техника выполнения поверхностной кислородно-флюсовой резки ничем не отличается от поверхностной кислородной резки низкоуглеродистой стали.

2. Для удаления местных поверхностных дефектов применять ручную резку, а больших дефектов — механизированную.

3. Режимы поверхностной кислородно-флюсовой резки приведены в табл. 4 (порошок марки ПЖЗС, чистота кислорода 98,5—99%).

*Таблица 4*

**Параметры режима кислородно-флюсовой поверхностной резки**

| Параметры канавки | | Угол наклона мундштука, град | Расстояние от сопла до металла, мм | Удельные расходы на 1 кг выплавленного металла | |
|---|---|---|---|---|---|
| ширина | глубина | | | кислорода, м³ | флюса, кг |
| 20—24 | 2—3,5 | 20 | 8—10 | 0,65—1,0 | 1,5—2,0 |
| 20—24 | 3—4,5 | 25 | 14—18 | 0,55—0,8 | 1,0—1,6 |
| 22—24 | 4—4,5 | 30 | 18—28 | 0,55—0,65 | 0,8—1,3 |
| 24—26 | 3—4,0 | 45 | 32—45 | 0,65—0,7 | 0,7—1,1 |

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 36
### РЕЗКА ПОРОШКОВО-КИСЛОРОДНЫМ КОПЬЕМ

**Учебно-производственные задания.** I — прожигание отверстий в металле и неметаллических материалах с помощью установки УФР-5, II — разделительная резка материалов.

**Цель заданий:** научиться пробивать отверстия и выполнять разделительную резку порошково-кислородным копьем.

**Организационные указания.** Подготовить стальные трубки диаметром $^1/_4''$ и $^1/_2''$, длиной 3—6 м, баллоны

с кислородом, флюс, состоящий из 80—85% железного порошка и 15—20% алюминиевого порошка, сварочные горелки (резаки) для нагрева копья перед началом резки. Подготовить образцы из стали, чугуна, бетона (железобетона толщиной от 100 мм и более).

## I. Прожигание отверстий в металле и неметаллических материалах с помощью установки УФР-5

1. Установить образец из стали, чугуна или железобетона на подставки (рис. 1).

2. Проверить техническое состояние копьедержателя (рис. 2, *а*).

3. Открыть вентиль *1* и убедиться в том, что кислород выходит из камеры *9* (рис. 2, *а*). Закрыть кислородный вентиль.

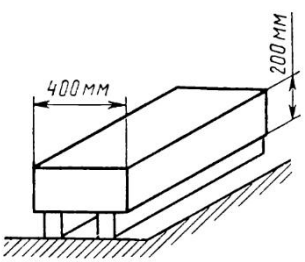


Рис. 1

4. Вставить стальную трубку (копье) *8* в камеру *9* так, чтобы ее конец плотно прижался к уплотнительной прокладке *4* (рис. 2, *б*).

5. Закрепить копье зажимами *6*, размещенными на кожухе *5* (см. рис. 2, *а*).

6. Открыть вентиль подачи кислорода, убедиться в отсутствии утечки газа между уплотняющей прокладкой *4* и копьем *8*. Если утечка есть, то газ выходит через втулку *7* из камеры *9* и легко обнаруживается на слух.

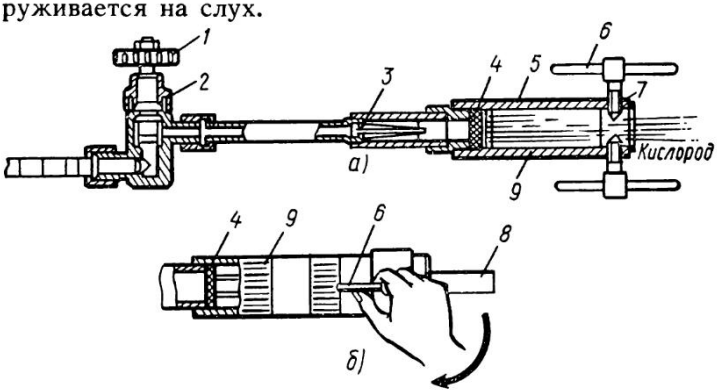


Рис. 2

7. Убедившись в отсутствии утечки, закрыть вентиль кислорода.

8. Зажечь факел порошково-кислородного копья.

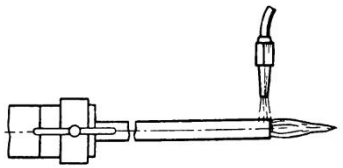


Рис. 3

8.1. Нагреть рабочий конец трубки пламенем горелки (подогревающим пламенем резака, рис. 3) до температуры порядка 1350—1400° С.

8.2. Подать в копье кислород, затем флюс (открыть вентиль подачи флюса) под давлением 0,2 МПа. Кислород, выходя с большой скоростью из инжектора *3*, обеспечивает подсос флюса и подачу его к разогретому концу копья. На выходе из копья порошок воспламеняется, образуя ярко светящийся факел длиной до 50 мм с температурой 4000° С и выше.

9. Прожечь отверстие в образце.

9.1. Направить факел порошково-кислородного копья на поверхность образца так, чтобы расстояние от торца копья до поверхности составляло 30—50 мм (рис. 4, *а*).

9.2. По мере расплавления материала и частичного окисления (при резке металла) подавать копье в направлении отверстия.

9.3. После заглубления копья в отверстие (рис. 4, *б*) повысить давление кислорода до рабочего 0,6—0,7 МПа (для рассматриваемого случая).

9.4. Наклонить копье на угол примерно 5° от горизонтали (рис. 4, *б*) для лучшего стекания шлаков и увеличения скорости прожигания отверстия.

9.5. В процессе прожигания отверстия выдерживать расстояние от торца трубки до торца образуемого отверстия в пределах 30—50 мм. Достигается это периоди-

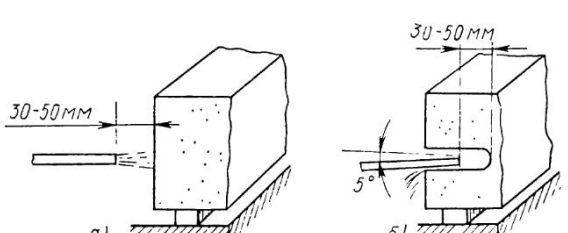



Рис. 4

ческой, с интервалом в несколько секунд, подачей копья вперед до упора в торец отверстия, задерживания в этом положении на несколько секунд (столько, сколько нужно для сгорания трубки копья на величину 30—50 мм) и подачей копья вновь до упора в торец отверстия. Промежутки времени между очередными подачами копья вперед зависят от скорости сгорания трубки (копья).

9.6. С целью увеличения диаметра отверстия и лучшего стекания шлака поворачивать копье на угол 10—15° в стороны.

9.7. После прожигания отверстия прекратить подачу кислорода и флюса путем закрытия соответствующих вентилей.

## II. Разделительная резка материалов

1. Начинать процесс разделительной резки нужно от края разрезаемого материала или от начального сквозного отверстия, образуемого внутри контура.

2. Направлять факел копья на поверхность разрезаемого материала и совершать копьем возвратно-поступательные движения на всю толщину разрезаемого материала по касательной к передней грани реза (рис. 5).

3. Ширина образуемого щелевого разреза $b$ может составлять 25—70 мм в зависимости от толщины материала и диаметра копья.

4. Резку бетона и железобетона толщиной более 300 мм осуществлять по схеме рис. 6. Резку начинать от нижней поверхности и поддерживать шлаковую ванну на всей длине в жидком состоянии (максимально возможная длина ванны 300 мм).

5. Резку бетона и железобетона можно осуществлять и послойно (рис. 7).

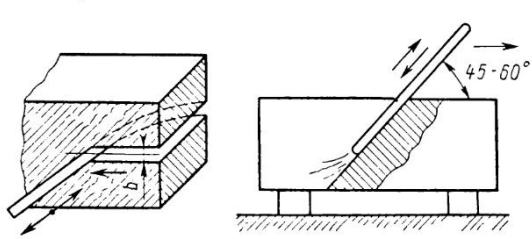



Рис. 5

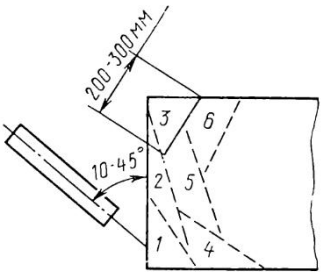



Рис. 6

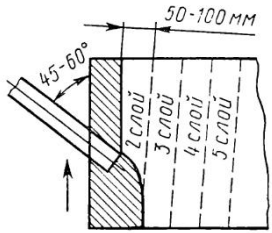



Рис. 7

## ТЕМА. ДУГОВАЯ РЕЗКА

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 37 ДУГОВАЯ РЕЗКА УГОЛЬНЫМ И МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЭЛЕКТРОДАМИ

**Учебно-производственные задания.** I — прямолинейная разделительная резка, II — криволинейная разделительная резка графитовым и металлическим электродами.

**Цель заданий:** научиться выполнять дуговую резку различными марками электродов.

**Организационные указания.** Подготовить оборудование постов для дуговой резки и электрододержатели, пластины из углеродистой стали толщиной 10—20 мм, обрезки швеллеров, уголков, труб и образцы из чугуна и цветных металлов, угольные и графитовые электроды диаметром 8—12 мм и толстопокрытые электроды диаметром 4—5 мм. Иметь на рабочем месте молотки, зубила, стальные щетки, линейки, мел, защитные маски или щитки.

### I. Прямолинейная разделительная резка

#### Резка графитовым (угольным) электродом

1. Установить пластину толщиной 10—20 мм из углеродистой стали в наиболее удобное положение так, чтобы расплавленный металл мог свободно стекать вниз. Для сбора стекающего металла и шлака использовать ящики из металла (рис. 1, *а*) или подкладывать под разрезаемую деталь асбест или листы железа (рис. 1, *б*).

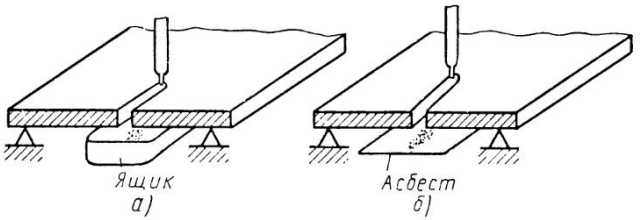



Рис. 1

2. Очистить участки будущих резов от загрязнений салфетками с последующей зачисткой стальными щетками.

3. Разместить пластину на полоски шириной 20—30 мм. При разметке учесть припуск на ширину реза.

4. Вставить графитовый электрод диаметром 10 мм в электрододержатель (рис. 2), подключенный к отрицательному полюсу источника питания (трансформатору или выпрямителю).

5. Плюсовой полюс источника питания подключить к столу резчика (к детали).

6. Включить выпрямитель (ВДУ-504) нажатием на черную кнопку, расположенную на приборном щитке выпрямителя.

7. Установить ток силой 300—310 А путем перемещения ручки потенциометра, расположенной на приборном щитке выпрямителя ВДУ-504, контроль осуществлять по приборам.

8. Разрезать пластину на полосы шириной 20—30 мм.

8.1. Возбудить дугу на одном из краев пластины (рис. 3, *а*).

8.2. Расплавить кромку металла и переместить электрод вниз (рис. 3, *б*).

8.3. Отрезать полосы, сохраняя положение электрода под углом, равным 30—60°, и перемещая графитовый электрод по определенной траектории (рис. 4).

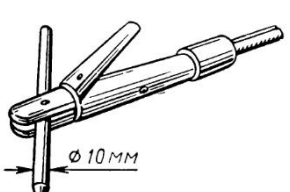



Рис. 2

9. Повторить п. 1—7 на образцах из чугуна и цветных металлов.

10. Выполнить контрольный рез и оценить качество резки по внешнему виду. Основными

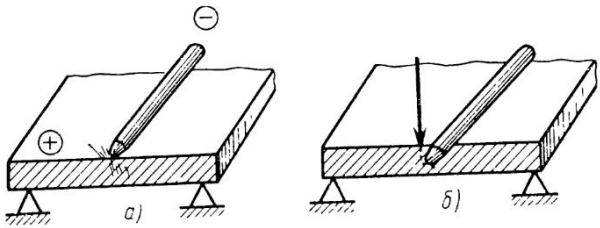



Рис. 3

критериями при оценке являются прямолинейность реза и минимальное количество оставшихся наплывов с нижней стороны пластины.

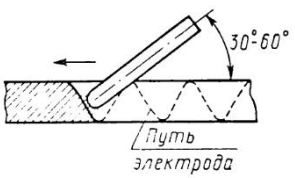



Рис. 4

**Резка покрытыми металлическими электродами**

11. Повторить п. 1—7 на образцах из легированной стали, чугуна, меди и ее сплавов (техника резки ничем не отличается от техники резки угольным электродом, однако резку можно выполнять и на переменном токе, использовать для резки любые толстопокрытые электроды).

11.1. В качестве образцов использовать пластины, уголки и швеллеры. Резку осуществлять в продольном, поперечном и косом направлениях.

11.2. Выполнить контрольное упражнение (контрольный рез): обрезать швеллер или уголок под углом 45°; отрезать кусок трубы диаметром 150—350 мм под прямым углом к оси трубы (трубу установить в специальном приспособлении, позволяющем вращать ее во время резки).

## II. Криволинейная разделительная резка графитовым и металлическим электродами

1. Взять пластины из углеродистой (легированной) стали толщиной 10—20 мм.

2. Разметить очищенные пластины для вырезки фланцев, различных круглых и фигурных отверстий.

3. Разместить пластины на подставках-опорах так, чтобы капли металла и шлак, образующиеся в процессе

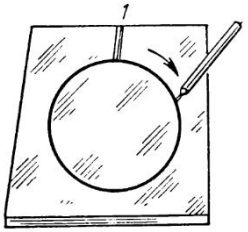



Рис. 5

резки, свободно стекали вниз и собирались в металлическом ящике.

4. Установить электрод в электрододержатель. Подобрать силу тока в зависимости от диаметра электрода (6, 8, 10, 12 мм), толщины и свойств разрезаемого металла.

5. Осуществить вырезку круга.

5.1. Возбудить дугу в точке *1* на верхней поверхности пластины (рис. 5).

5.2. Расплавить кромку и переместить электрод вниз по кромке, выплавляя канавку металла на всей толщине пластины.

5.3. Совершая возвратно-поступательные движения концом электрода (вниз-вверх), подойти к размеченной фигуре и выполнить разделительную резку.

6. Вырезать фланец (рис. 6, *а*).

6.1. Выполнить первый рез. Для этого установить угольный электрод перпендикулярно поверхности пластины в точке *1* (рис. 6, *б*), возбудить дугу.

6.2. Не перемещая электрод и поддерживая устойчивое горение дуги, проплавить металл насквозь (прожечь отверстие).

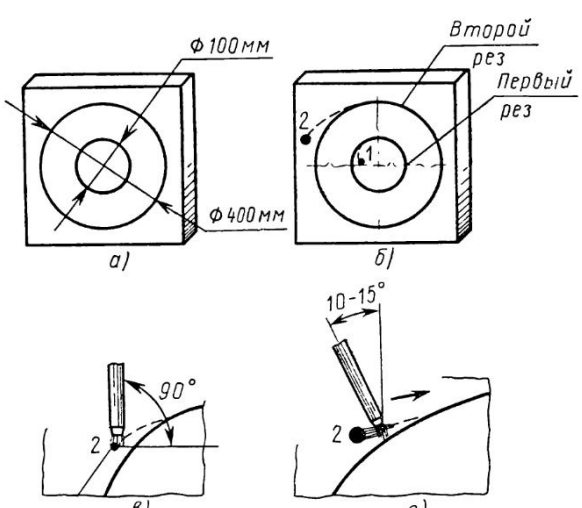



Рис. 6

6.3. Перемещать электрод по траектории (см. рис. 4), оставляя электрод в вертикальном положении в течение всего реза (правило справедливо при малом радиусе кривизны).

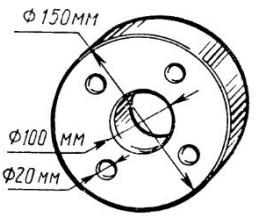


Рис. 7

6.4. Установить электрод перпендикулярно поверхности пластины над точкой 2 (рис. 6, *в*).

6.5. Возбудить дугу и прожечь отверстие в точке *2*.

6.6. После пробивки отверстия наклонить электрод на 10—15° в сторону, обратную направлению резки (рис. 6, *г*). При прямолинейной резке электрод наклонять на угол 30—60°.

6.7. Перемещая конец электрода по известной траектории относительно толщины металла и поступательно в направлении резки, вырезать фланец.

6.8. Вырезать другие геометрические фигуры, используя чугунные, медные и другие образцы.

7. При завершении упражнений по приобретению навыков по дуговой резке угольными (графитовыми) и толстопокрытыми электродами изготовить фланец с четырьмя пробитыми отверстиями под болты (рис. 7). Для получения отверстий правильной формы и заданного диаметра совершать пилообразные движения электродом относительно верхней и нижней поверхности листа и одновременно перемещать его по окружности.

Основными критериями при оценке качества являются: прямолинейность и чистота поверхности реза, правильная геометрия отверстий, минимальное количество наплывов (грата) с нижней стороны пластины.

## ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 38
## ВОЗДУШНО-ДУГОВАЯ И КИСЛОРОДНО-ДУГОВАЯ РЕЗКА

**Учебно-производственные задания.** I — разделительная воздушно-дуговая резка, II — поверхностная воздушно-дуговая резка канавок, III — особенности кислородно-дуговой резки.

**Цель заданий:** научиться безопасным приемам и технике выполнения воздушно-дуговой и кислородно-дуговой резки, приобрести навыки ведения процессов

дуговой резки с дополнительной подачей в зону реза воздуха или кислорода.

**Организационные указания.** Подготовить посты для резки, электрододержатели, компрессор для подачи воздуха, баллоны с газом для разделительной и поверхностной резки, угольные электроды типа ВДК — круглые (омедненные) диаметром 6, 8, 10, 12 мм и типа ВДП — плоские (омедненные) сечением 12×5 мм, стальные щетки, мел, молотки, зубила, защитные маски и щитки, спецодежду.

## I. Разделительная воздушно-дуговая резка

### Прямолинейная разделительная резка пластин

1. Разметить пластины мелом на полосы шириной 30—35 мм (толщина меловой полосы 10—15 мм) и установить в удобное для резки положение.

2. Выбрать электрод нужного диаметра и соответствующую силу тока.

3. Закрепить угольный электрод в резаке для воздушно-дуговой резки так, чтобы вылет электрода был 100—120 мм (рис. 1, *а*).

4. Электрододержатель подключить к минусовому полюсу источника тока.

5. Пустить сжатый воздух в резак и убедиться в том, что он свободно выходит из отверстий и распространяется вдоль поверхности электрода.

6. Подвести электрод к кромке разрезаемой пластины под углом 45—60° к ее поверхности (рис. 1, *б*).

7. Возбудить дугу и прорезать металл на всю толщину. Перемещать электрод с горящей дугой вниз до тех пор, пока конец электрода не выйдет за нижнюю поверхность разрезаемой пластины на 3—5 мм.

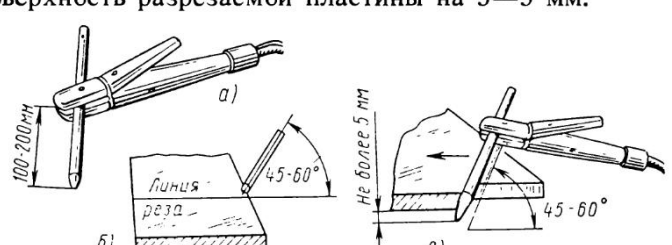



Рис. 1

8. Перемещать электрод (без колебаний) в заданном направлении по мере прорезания металла (рис. 1, *в*). В процессе резки поддерживать постоянным угол наклона электрода к поверхности пластины. Не допускать увеличения выступающей части (конца) электрода более 5 мм за нижнюю поверхность пластины; несоблюдение этого требования приводит к чрезмерному износу электрода.

9. Менять положение электрода в электрододержателе по мере его сгорания.

10. Зачищать периодически поверхности токопроводящих губок резака с целью исключения нароста на них брызг металла и короткого замыкания резака с деталью.

11. По окончании упражнений по резке резак с раскаленным электродом класть на изоляционный материал или подвешивать на специальном крючке.

12. Огарки электродов собрать в специальную тару.

#### Особенности резки пластин толщиной 15—25 мм

1. Процесс воздушно-дуговой резки металла толщиной более 15 мм отличается характером движения конца электрода во время разделительной резки, применением повышенной силы тока и большего диаметра электрода.

2. После возбуждения дуги на верхней кромке пластины нужно переместить конец электрода вниз (получить канавку), затем на большей скорости — вверх, в верхней точке — несколько вперед и опять вниз, т. е. совершать пилообразные движения концом электрода от верхних кромок к нижним (рис. 2).

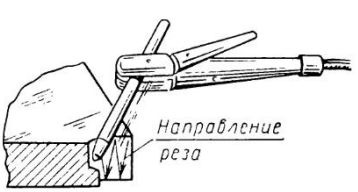



Рис. 2

#### Криволинейная разделительная резка Резка углов и швеллеров

1. Разметить мелом уголки и швеллеры на отрезки шириной 30—40 мм.

2. Установить образцы в удобное для резки положение.

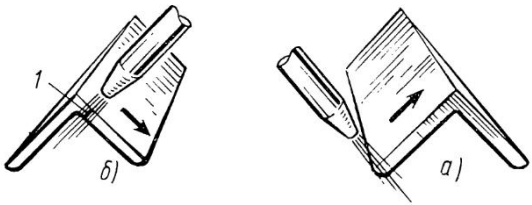



Рис. 3

3. Порезать образцы на отрезки.

4. Выбрать диаметр электрода исходя из толщины образцов. Определить силу тока для выбранного диаметра электрода.

4.1. Возбудить дугу в точке *1* при перпендикулярном расположении оси электрода к поверхности уголка (рис. 3, *а*).

4.2. После прорезания металла на всю толщину перемещать резак по периметру уголка, располагая электрод перпендикулярно поверхности металла в каждый момент процесса резки (рис. 3, *б*).

#### Резка (вырезка) геометрических фигур

1. Разметить на листовом материале окружность, квадрат, многоугольник (рис. 4) и другие фигуры.

2. Выбрать диаметр электрода и параметры режима в зависимости от толщины металла.

3. Вырезать последовательно отверстие, квадрат, многоугольник.

3.1. Возбудить дугу над точкой *1* и при неподвижном электроде прожечь отверстие. После этого перемещать резак равномерно по намеченной линии реза, электрод держать строго вертикально.

3.2. Возбудить дугу над точкой *2*, вырезать квадратное отверстие. Затем начать резку в точке *3* и вырезать намеченную фигуру. Электрод держать в верти-

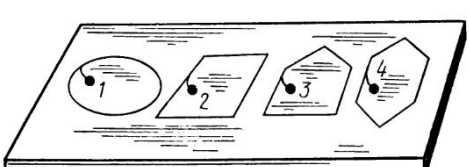



Рис. 4

кальном положении. В углах квадрата и многоугольника несколько замедлять скорость резки с целью получения параллельных кромок.

**Прожигание отверстий**

1. Расположить пластину с намеченными будущими отверстиями в удобное для резки положение.
2. Выбрать параметры режима.
3. Возбудить дугу над разметкой. Через 1—2 с электрод перемещать вниз до получения сквозного отверстия (металл расплавляется и удаляется в жидком состоянии под действием давления дуги и давления потока поздуха).
4. При необходимости получить диаметр отверстия заданных размеров (диаметр отверстия, получаемого при неподвижном электроде, обычно больше диаметра применяемого электрода на 1—3 мм) нужно совершать кольцеобразные движения по периметру получаемого отверстия.

**Резка труб**

1. Разметить трубу на кольца шириной 30—40 мм (рис. 5, *а*).
2. Укрепить трубу в кулачках токарного станка или специального вращателя с изменяемой скоростью вращения.
3. Выбрать режимы резки, зависящие в основном от толщины стенки трубы.
4. Расположить резак строго в зените и перпендикулярно оси трубы (рис. 5, *б*).
5. Включить вращатель (токарный станок), обеспечивающий равномерное вращение трубы.
6. Возбудить дугу. Прожечь отверстие и, удерживая электрод в первоначальном положении, отрезать кольцо. Аналогично поступить с оставшимся отрезком трубы.

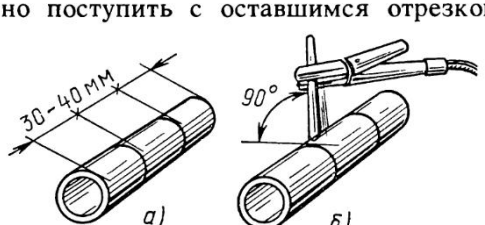



Рис. 5

При толщине металла до 15 мм конец электрода опускать в полость реза без колебаний. При резке металла больших толщин необходимо совершать пилообразные движения электродом.

7. Выполнить контрольные резы. Разрезать под углом 45° уголок или швеллер и прорезать в нем 4—5 отверстий, сделать на отрезке трубы два параллельных реза под углом 45—60° к оси трубы.

## II. Поверхностная воздушно-дуговая резка канавок

1. Нанести на поверхность пластины из углеродистой стали толщиной 20 мм меловые линии на расстоянии 30—40 мм друг от друга (рис. 6, *а*).

2. Установить пластину в удобное для резки положение и подключать к ней положительный полюс источника тока.

3. Вырезать узкую канавку.

3.1. Взять угольный электрод диаметром 8 мм. Закрепить его в резаке так, чтобы вылет электрода составлял 100—120 мм.

3.2. Выбрать параметры режима по имеющимся таблицам.

3.3. Пустить воздух в резак и убедиться, что он свободно вытекает из отверстий и распространяется вдоль поверхности электрода.

3.4. Установить электрод под углом 35—40° к поверхности пластины и возбудить дугу.

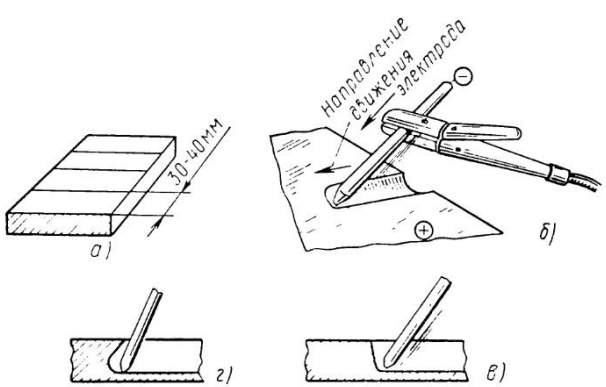



Рис. 6

3.5. В процессе резки совершать два движения электродом: первое (быстрое) по направлению реза со скоростью выдувания расплавленного металла, второе — (более медленное) вниз, по мере обгорания конца электрода (рис. 6, *б*).

При резке часть металла выдувается вперед на линию реза, а часть его располагается по обеим сторонам в виде тонкой, легко отделимой пленки.

3.6. Перемещать электрод равномерно. Не касаться электродом металла, так как возможно местное науглероживание поверхности канавки.

3.7. Уделять особое внимание скорости подачи электрода вниз. Она должна быть такой, чтобы нижний конец электрода в процессе резки был видимым и передний фронт плавления основного металла не препятствовал выдуванию расплавленного металла вперед (рис. 6, *в*).

При повышенной подаче электрода вниз на поверхности пластины образуется козырек (рис. 6, *г*), препятствующий свободному выдуванию жидкого металла вперед. При этом расплавленный металл попадает на электрод, рез зашлаковывается, а кромки канавки становятся волнистыми.

4. Вырезать широкую канавку.

4.1. Техника выполнения резки широкой канавки практически не отличается от техники резки узкой канавки, но электроду необходимо придать еще и третье движение — поперечное (колебание электродом поперек продольной оси канавки).

4.2. Прорезать канавку шириной в 4—5 раз большую диаметра электрода, совершая поперечные колебания электродом (рис. 7).

5. Выплавить дефектный участок основного или корневого шва.

5.1. При вырезке дефекта корневого шва обратить внимание на то, что канавка должна быть узкой. Для этого рекомендуется использовать минимальный диаметр электрода (не более 6 мм). Кроме того, необходимо обеспечить плавные переходы в начале и конце канавки к «здоровому металлу» (рис. 8). Поэтому резку нужно начинать от краев де-

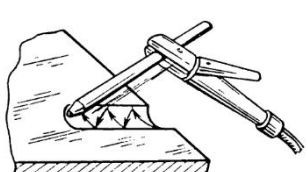


Рис. 7

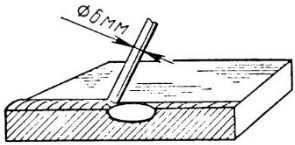



Рис. 8

фекта и заканчивать в его середине.

6. Изготовить контрольный образец. Выплавить пять канавок с возрастающей шириной и глубиной. Ширину канавки изменять от 8 до 40 мм, глубину — от 8 до 18 мм.

### III. Особенности кислородно-дуговой резки

1. Применение струи технически чистого кислорода, направляемой на нагретый до температуры плавления металл, позволяет интенсифицировать окисление металла и удалять из разреза образующиеся оксиды.

2. В качестве электродов используют стальные трубки с наружным диаметром 6, 8, 10, 12 мм и длиной 340—400 мм. На трубки наносят специальные покрытия, обеспечивающие устойчивое горение дуги.

3. Техника резки такая же, как и при воздушно-дуговой резке. Однако угол наклона электрода составляет 80—85° к обрабатываемой поверхности.

4. При резке используют постоянный ток обратной полярности (диаметры электродов 6 и 8 мм) и переменный ток при резке электродами диаметром 10 и 12 мм.

## ТЕМА. ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 39
### АППАРАТУРА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ (АППАРАТ А1612)

**Учебно-производственные задания.** I — знакомство с составными частями аппарата для воздушно-плазменной резки металлов, II — правила эксплуатации аппаратуры, III — меры безопасности при эксплуатации аппаратуры.

**Цель заданий:** научиться безопасным правилам работы и обслуживания аппаратуры, входящей в состав поста для плазменной резки; знать функциональное назначение оборудования и уметь правильно его эксплуатировать.

**Организационные указания.** Подготовить посты (пост) для ручной и механизированной плазменной резки, плазмотрон для учебных целей (разборки, сборки), плоскогубцы, молотки слесарные, отвертки, ключи

гаечные 14×17, специальный ключ для замены электрода, штангенциркуль (колумбус) с заточенным концом глубиномера под диаметр 3 мм и длину 15—20 мм.

## 1. Знакомство с составными частями аппарата для воздушно-плазменной резки металлов

1. В состав поста для воздушно-плазменной резки (рис. 1) входят шкаф силовой *1*, пульт управления *2*, плазмотрон *7*, стол *9* для размещения деталей при резке.

2. Шкаф силовой *1* соединяется кабелем *10* со столом *9* (положительный полюс источника питания); кабелем *16* со шкафом управления и от него кабелем *5*, расположенным в шланге для подвода воды, с электродом плазмотрона *7*; кабелем *12* и *8* с соплом плазмотрона (для питания током дежурной дуги); кабелем *15* с шкафом управления; кабелем *17* с распределительным щитом электросети трехфазного переменного тока напряжением 380 В; с контуром заземления — кабелем *18*.

3. Охлаждающая вода из водяной магистрали по шлангу *11* поступает через пульт управления и шланг *5*

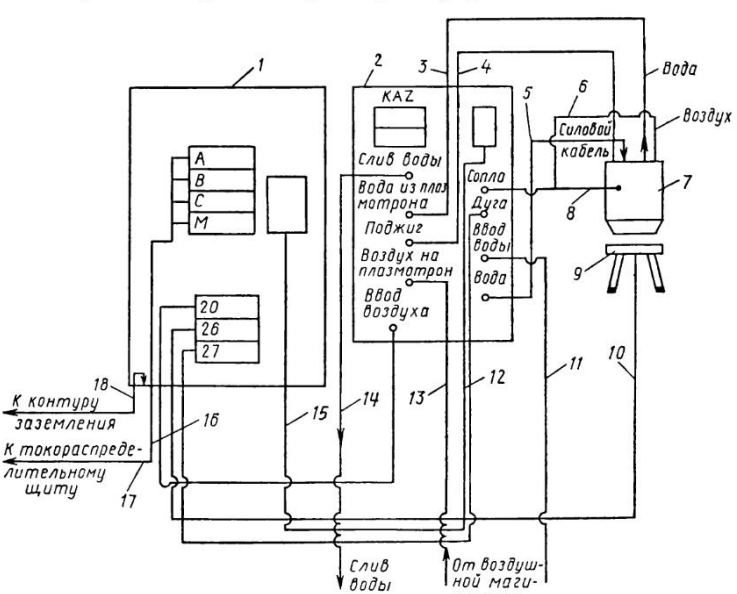



Рис. 1

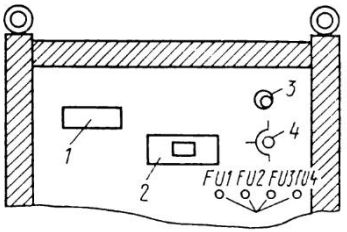



Рис. 2

в плазмотрон. Проходя через плазмотрон, вода охлаждает сопло и электрод, выходит по шлангу *3* к пульту управления и по шлангу *14* идет на слив.

4. Воздух из воздушной магистрали по шлангу *13* подводится к пульту управления и от него в плазмотрон по шлангу *6*.

5. Шкаф силовой *1* предназначен для питания вспомогательной дежурной и рабочей дуги током. В шкафу размещены блоки силовых трансформаторов, дросселей, конденсаторов, контакторов и других вспомогательных элементов.

На передней панели шкафа силового (рис. 2) расположены: счетчик *1* для определения количества включений основной (рабочей) дуги, автоматический выключатель *2* для защиты от тока короткого замыкания силовой цепи, лампа *3* для контроля подачи напряжения от сети, пакетный переключатель *4* для установления выбранной величины силы тока, предохранители *5*, предназначенные для защиты цепей управления аппаратом от токов короткого замыкания.

6. Пульт управления (рис. 3) предназначен для управления процессом плазменной резки. На пульте управления расположены следующие элементы: ампер-

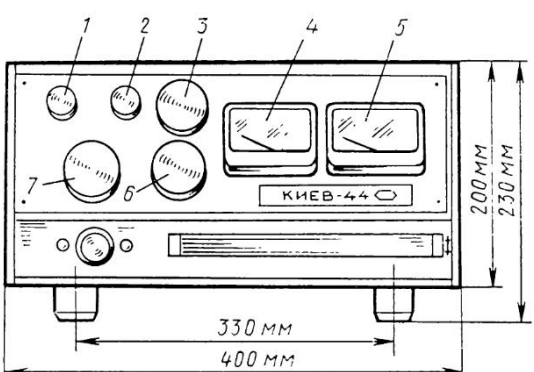



Рис. 3

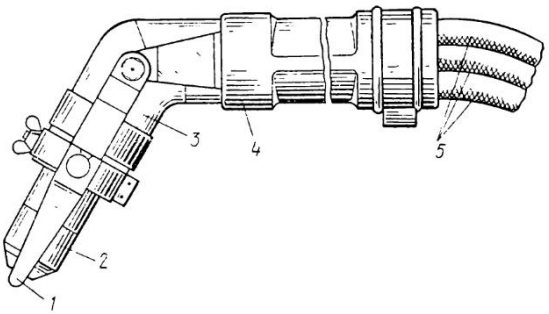



Рис. 4

метр *4* для контроля силы тока основной дуги, вольтметр *5* для контроля рабочего напряжения основной дуги, кнопка *3* для включения процесса резки, кнопка *6* для выключения процесса резки, манометр *7* для контроля давления плазмообразующего воздуха, лампа *1* для контроля подачи напряжения от сети, лампа *2* для сигнализации о готовности установки к работе.

В пульте управления размещены: реле для контроля подачи и давления охлаждающей воды и плазмообразующего газа, регулятор воздуха для регулировки (контроль по манометру *7*) количества подаваемого воздуха в плазмотрон, устройство для поджига вспомогательной дуги.

7. Плазмотрон является устройством для создания и стабилизации сжатой электрической дуги прямого действия (положительный полюс источника тока подключен к разрезаемому изделию, отрицательный к неплавящемуся электроду плазмотрона).

Плазмотрон для ручной резки (рис. 4) состоит из опорного устройства *1*, режущего блока *2*, распределителя *3*, рукоятки *4*, питающих коммуникаций *5*.

Плазмотрон для механизированной резки (рис. 5) состоит из двух основных частей — распределителя *1* для подвода питающих коммуникаций и блока режущего *2*, предназначенного для создания вспомогательной и рабочей сжатой режущей дуги.

8. Блок режущий (рис. 6) состоит из следующих частей: сопла *1*, электрода *2*, крышки *3*, втулок *4*, *6*, корпуса *5*, уплотнительных колец *8*, шайбы *9*, гайки *10*, трубки *11*, через которую к электроду *2* подводится вода для его охлаждения, трубки *12*, катододержателя (держателя электрода) *13*, гайки *14* для фиксации элек-

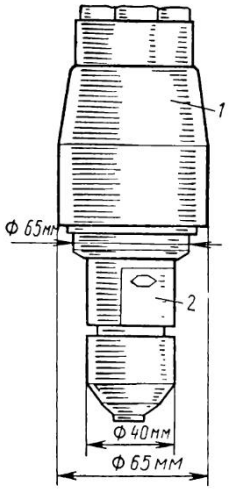



Рис. 5

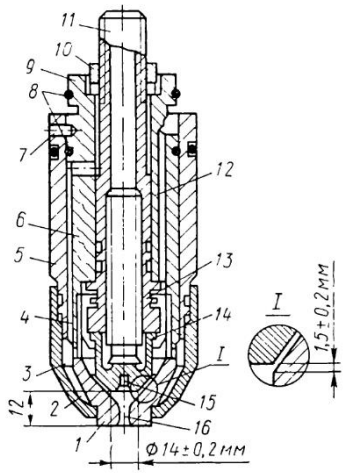



Рис. 6

трода *2* в катододержателе *13*. Электрод состоит из медного корпуса и впрессованной вставки *15* из циркония или гафния. Канал сопла *16* может иметь различную форму (чаще всего цилиндрическую).

## II. Правила эксплуатации аппаратуры

### Общие указания

1. В н и м а н и е! Проверить перед началом работы наличие и надежность заземления силового шкафа, пульта управления, стола резчика.

2. Проверить надежность закрытия дверей силового шкафа.

3. Проверить работу вытяжной вентиляции на рабочем месте. Она должна обеспечивать десятикратный воздухообмен.

4. Проверить наличие воздуха в воздушной магистрали. Давление воздуха должно быть не менее 0,5 МПа. Допускается снабжение установки сжатым воздухом от баллона (рампы).

5. Проверить наличие воды в водяной магистрали. Давление воды должно быть не менее 0,25 МПа.

6. При механизированной резке проверить исправность механизма перемещения плазмотрона.

7. Пульт управления разместить на подставке в непосредственной близости от места резки так, чтобы иметь доступ для его включения и обслуживания.

8. После окончания работы выключить автоматический выключатель *2* (см. рис. 2), перекрыть подачу охлаждающей воды и сжатого воздуха в аппарат, отключить аппарат от питающей сети.

### Правила эксплуатации плазмотрона при ручной резке

1. Взять собранный плазмотрон для ручной резки (см. рис. 4). Проверить внешним осмотром комплектность, исправность блока режущего, электрических, газовых, воздушных коммуникаций, рукоятки.

2. Провести проверку рабочего зазора в блоке режущем между электродом и соплом (см. рис. 6).

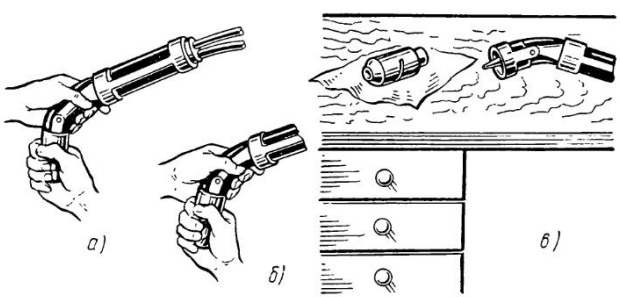



Рис. 7

2.1. Взять плазмотрон левой рукой за распределитель, а ладонью правой руки обхватить корпус и крышку блока режущего (рис. 7, *а*).

2.2. Усилием правой руки вывернуть блок режущий *2* из распределителя (рис. 7, *б*).

2.3. Положить блок режущий на стол на чистую салфетку, а рукоятку с распределителем на коммуникации, расположенные на верстаке (рис. 7, *в*).

2.4. Взять корпус блока режущего ладонью левой руки; указательным, средним и большим пальцами за крышку *2*.

2.5. Вращением крышки против часовой стрелки снять ее с корпуса блока (рис. 8).

2.6. Удерживая левой рукой корпус блока режущего, тремя пальцами правой руки взяться за сопло *3*

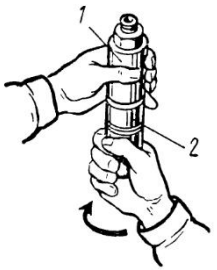


Рис. 8

(рис. 9, *а*), надавить (с достаточным усилием) пальцами на сопло в направлении, перпендикулярном оси плазмотрона, и удалить сопло из корпуса (рис. 9, *б*).

2.7. Большим и указательным пальцами правой руки вынуть кольцо *5* (рис. 9, *в*).

2.8. Специальным ключом (рис. 10, *а*) отвернуть гайку *6* (рис. 10, *б*) и снять электрод *4* (рис. 10, *в*) с катододержателя.

2.9. Положить корпус с оставшимися в нем деталями на чистую салфетку.

2.10. Приложить сопло *3* к торцевой части электрода *4* до упора (рис. 11, *а*).

2.11. Замерить штангенциркулем расстояние *l* между торцом сопла и торцом электрода (рис. 11, *б*) (запомнить численное значение).

2.12. Собрать снятые детали в обратной последовательности (кроме крышки).

2.13. Замерить расстояние *l* между торцом сопла *3* и торцом электрода *4* (см. рис. 11, *б*).

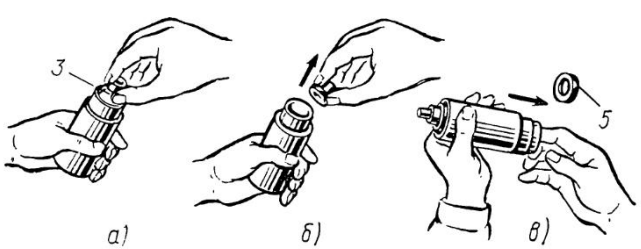


Рис. 9

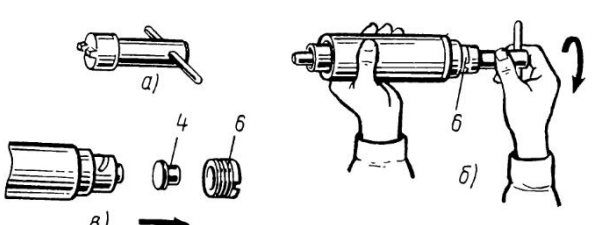


Рис. 10

2.14. Вычислить разность значений $l$, она должна быть равной $(1,5 \pm 0,2)$ мм.

2.15. Если расстояние между торцом электрода и внутренней поверхностью стенки сопла (см. рис. 6) будет равно $(1,5 \pm 0,2$ мм), то поставить крышку *2* на место (см. рис. 8).

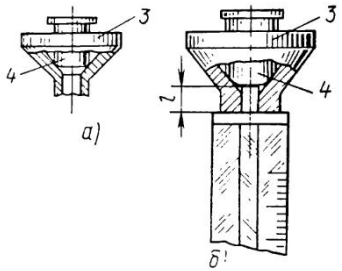


Рис. 11

2.16. Если окажется, что это расстояние больше или меньше $(1,5 \pm 0,2)$ мм, то его необходимо установить путем соответствующего перемещения катододержателя в корпусе плазмотрона (см. рис. 6). Необходимость точного соблюдения этого размера обусловлена следующим. Если этот размер будет больше, то затрудняется возбуждение дуги и нарушается ее пространственная ориентация (стабильность горения). Если же это расстояние меньше, то возникает реальная опасность возникновения аварийного режима — двойной дуги и выхода плазмотрона из строя.

3. Подсоединить плазмотрон к пульту управления.

3.1. Провод *1* (рис. 12), идущий от микровыключателя на рукоятке, подсоединить на магнитный пускатель.

3.2. Шланг для подачи воздуха *2* подсоединить к штуцеру с резьбой М $14 \times 1,5$.

3.3. Шланг для подачи воды *3* с расположенным внутри силовым проводом присоединить к штуцеру с резьбой М $18 \times 1,5$.

3.4. Шланг для слива воды *4* присоединить к штуцеру с резьбой М $16 \times 1,5$.

3.5. Провод высоковольтный *5* присоединить к штуцеру поджига дуги с резьбой М $24 \times 2$.

4. Подать охлажденную воду в плазмотрон и визуальным осмотром убедиться в отсутствии течи в плазмотроне и коммуникациях.

5. Убедиться (визуально) в наличии слива воды из плазмотрона.

6. Подать воздух в плазмотрон и убедиться в том, что он выходит из канала сопла (рис. 13) и убедиться (на слух) в отсутствии утечки в воздушной магистрали и соединениях плазмотрона. Отключить подачу воздуха.

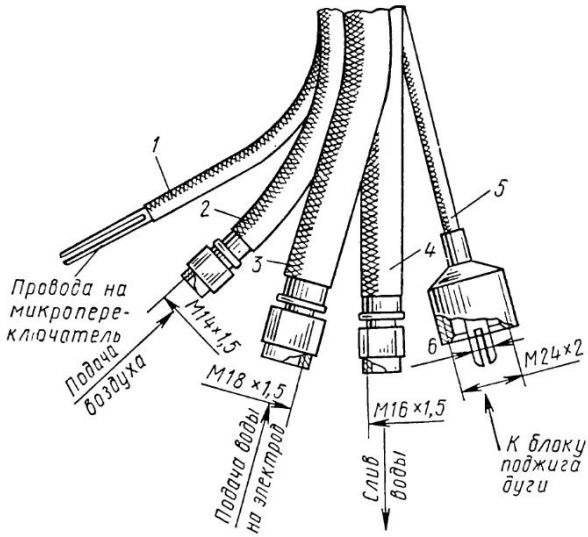



Рис. 12

7. Ножки (упоры) опорного устройства *1* установить параллельно блоку режущему *2* и так, чтобы расстояние от изделия до торца блока *2* было ($12 \pm 2$ мм) (рис. 14).

8. Зажечь основную (рабочую) дугу.

8.1. Еще раз убедиться в наличии слива воды из водяных коммуникаций плазмотрона.

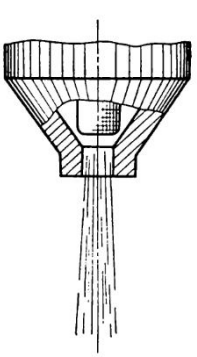


Рис. 13

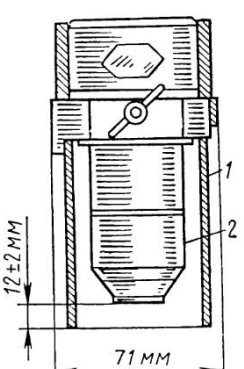



Рис. 14

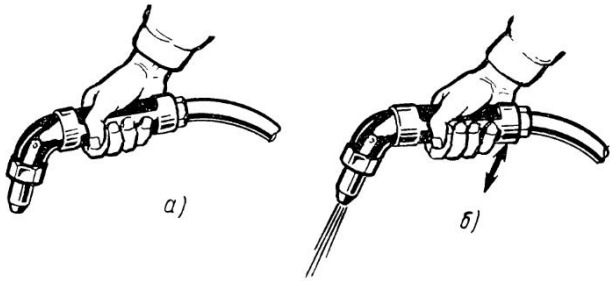



Рис. 15

8.2. Установить пакетный переключатель ступеней в положение, соответствующее силе тока 100 А (см. рис. 2, поз. *4*).

В н и м а н и е! Запрещается переключать ступени тока под напряжением.

8.3. Подать электропитание на аппарат включением автоматического выключателя (см. рис. 2, поз. *2*). При этом должна загореться сигнальная лампа «Сеть» на пульте управления и на силовом шкафу (см. рис. 2, поз. *3*).

8.4. Установить давление воздуха 0,18—0,20 МПа (по манометру). При этом должна загореться контрольная лампа «Готовность».

8.5. Взять плазмотрон в правую руку. Направить режущий блок в сторону от себя (рис. 15, *а*).

8.6. Проверить устойчивость горения дежурной дуги. Нажать на кнопку «Пуск» мизинцем правой руки (рис. 15, *б*) и через 1—1,5 с отпустить кнопку «Пуск».

При этом должна загореться дежурная (вспомогательная) сжатая дуга. Сила тока из дежурной дуги должна быть 30—50 А. Факел, выдуваемый из накала сопла плазмотрона плазмообразующим воздухом, должен быть устойчивым и иметь длину 20—30 мм.

8.7. Возбудить рабочую сжатую режущую дугу. Для чего направить факел вспомогательной дуги на образец, размещенный на рабочем столе резчика (рис. 16). При касании факела дежурной дуги

Рис. 16

разрезаемого металла, подсоединенного (через стол) к плюсовому полюсу источника питания дуги, загорается основная (рабочая) дуга. При этом электрической схемой источника питания обеспечивается плавное нарастание силы тока основной дуги.

8.8 Прекратить горение основной дуги. Нажать на кнопку «Стоп», расположенную на пульте управления. При удалении плазмотрона от изделия дуга обрывается и отключается автоматически.

9. Для надежной работы аппарата необходимо выполнять следующее.

9.1. Периодически проверять герметичность водяных и воздушных коммуникаций аппарата и плазмотрона.

9.2. Подтягивать гайки крепления силовых и вспомогательных кабелей.

9.3. Не реже одного раза в месяц очищать (продувать) аппаратуру от пыли и грязи.

9.4. Зачищать контакты реле и контакторов.

9.5. Проверять состояние изоляции, заземлений.

9.6. После очередной смены электрода или сопла плазмотрона убедиться в правильности установленного расстояния $(1.5 \pm 0{,}2)$ мм между торцом электрода и внутренней стенкой сопла плазмотрона (см. рис. 6).

9.7. Периодически, не реже одного раза в смену, протирать плазмотрон с целью удаления электропроводной пыли, образующейся на его поверхности в процессе работы.

9.8. В обязательном порядке следить за количеством резов (зажиганий дуги) по счетчику *1*, расположенному на приборной панели шкафа силового (см. рис. 2), с целью контроля за ресурсом работы электрода и своевременной его замены, не допуская сквозного его прогорания.

Среднестатистический срок службы электрода, определенный при вырезке деталей с длительностью реза 1—2 мин на токе 300 А при правильной эксплуатации плазмотрона, составляет: для катода с гафниевой вставкой 250—300 резов, для катода с циркониевой вставкой 130—150 резов. При отклонении от указанных параметров ресурс работы электрода может отличаться от указанного количества включений.

9.9. Очищать внутреннюю поверхность сопла от напыленного слоя оксидов после 25—30% использо-

вания ресурса работы электрода (примерно после 50—60 зажиганий дуги).

9.10. Заменять сопло одновременно с заменой электрода.

#### Некоторые характерные неисправности и методы их устранения

1. При нажатии на кнопку «Пуск» не возбуждается основная дуга. Причина — короткое замыкание в плазмотроне. Разобрать плазмотрон, устранить короткое замыкание между электродом и соплом и установить расстояние между ними $(1{,}5 \pm 0{,}2)$ мм.

2. Ухудшается качество резки и увеличивается ширина реза. Причина — электрод и сопло выработали свой ресурс и плохо формируют рабочую дугу. Заменить сопло и электрод.

3. Возникновение течи в плазмотроне. Причина — износ резиновых уплотнений. Сменить уплотнения.

4. Сопло разрушается интенсивно, на сопло попадают брызги расплавленного металла. Причина — плазмотрон расположен низко над изделием. Установить расстояние между плазмотроном и изделием в пределах $(12 \pm 2)$ мм.

5. Электрод и сопло быстро выходят из строя. Причина — мало́ давление охлаждающей воды, воздух не очищен от влаги и масел. Устранить причины.

6. Не возбуждается вспомогательная дуга. Причина — слишком малый или слишком большой расход воздуха. Установить расход воздуха согласно технологических рекомендаций.

7. При выходе на третью ступень по силе тока (315 А) возникают автоколебания дуги и разрушается сопло плазмотрона. Причина — установлено сопло диаметром меньше 3,5 мм, занижен расход воздуха. Поставить сопло диаметром 3,5 мм, проверить герметичность коммуникаций подачи газа и отрегулировать нужный расход плазмообразующего воздуха.

## III. Меры безопасности при эксплуатации аппаратуры

1. При работе с аппаратом соблюдать те же правила по технике безопасности, что и при эксплуатации электрических установок. Однако следует помнить, что

резка выполняется при высоких напряжениях на дуге — от 70—80 до 180 и 200 В (см. карту 40).

2. Резчику категорически запрещается производить ремонт аппарата, в том числе и самый мелкий.

3. Запрещается присутствие посторонних лиц в зоне работы аппарата.

4. Запрещается размещать воспламеняющиеся или огнеопасные материалы на расстоянии не менее 5 м от производства работ по резке металла.

5. Запрещается работать без вентиляции, спецодежды, защитного щитка, диэлектрического коврика и противошумных наушников ВЦНИИОТ-2М.

6. При ремонте или замене элементов аппарата как электрических, так и механических необходимо отключить электропитание и повесить на ручку рубильника табличку: «Не включать, работают люди».

7. Для защиты лица и глаз резчика от излучения плазмы и дуги операторы должны пользоваться щитком или маской с защитными светофильтрами типа С (ГОСТ 12.4.080—79), выбранными в зависимости от силы тока:

| Сила тока, А | Обозначение светофильтра |
|---|---|
| 30— 50 | С-5 |
| 50—100 | С-6 |
| 100—175 | С-7 |
| 175—300 | С-8 |
| 300—350 | С-9 |
| 350—500 | С-10 |
| 500—700 | С-11 |
| 700—900 | С-12 |
| 900 | С-12, С-13 |

8. При отсутствии эффективной защиты органов дыхания оператора от вредных веществ, образующихся при плазменной резке, следует применять респираторы ШБ-1, «Лепесток», «Астра 2», Ф-62Ш.

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 40
### ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

**Учебно-производственные задания.** I — ручная разделительная резка, II — механизированная разделительная резка, III — показатели точности и качества резки.

**Цель заданий:** научиться выбирать режимы плазменной резки в зависимости от толщины и свойств разрезаемого материала и хорошо овладеть техникой резки.

**Организационные указания.** Подготовить установку для плазменной резки, оборудовать рабочие места. Подготовить плоские образцы из низкоуглеродистых и легированных сталей, алюминиевых, медных сплавов, неметаллических материалов. Иметь молотки, зубила, стальные щетки, линейки, мел, щитки и маски для защиты глаз от излучения сжатой дуги, наушники, диэлектрические коврики, кернеры, угломеры и угольники для контроля качества реза.

## I. Ручная разделительная резка

### Прямолинейная ручная плазменная резка

1. Подготовить металл к резке.

1.1. Разметить пластину 200×500×(14—20) мм на полоски шириной 25—30 мм. Намеченные прочерчиванием линии разметить кернением с шагом между точками 10—20 мм (рис. 1). Меловая разметка не обеспечивает точного воспроизведения контура и с поверхности некоторых металлов легко сдувается.

При разметке учитывать припуски на ширину реза и на механическую обработку кромок (табл. 5).

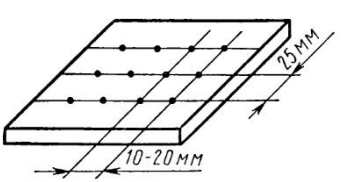



Рис. 1

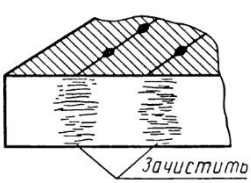



Рис. 2

*Таблица 5*

**Ширина реза и припуски на механическую обработку после ручной плазменной резки**

| Толщина металла, мм | Коррозионно-стойкая сталь, латунь, бронза, сплавы алюминия | | Чугун | |
|---|---|---|---|---|
| | ширина реза | припуск | ширина реза | припуск |
| 5—10 | 5— 6 | 2 | 10—12 | 2 |
| 10—20 | 6— 7 | 2 | 12—15 | 2 |
| 20—40 | 7— 8 | 3 | 12—15 | 2 |
| 40—50 | 9—12 | 4 | 15—18 | 3 |
| 50—80 | 12—15 | 5 | 15—18 | 3 |

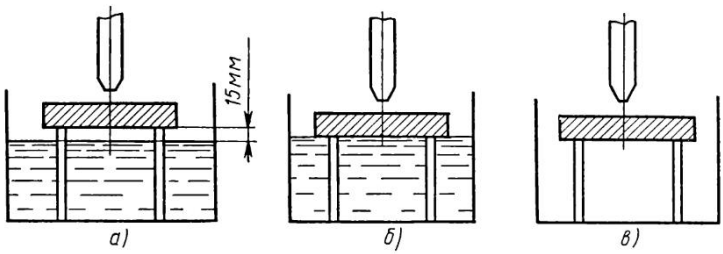



Рис. 3

В большинстве случаев при машинной разделительной резке подготовительную операцию разметки заменяют копированием или программным контурным управлением.

1.2. Если рез начинается с кромки листа, зачистить боковую плоскость листа (рис. 2) для обеспечения электрического контакта факела вспомогательной дуги с этим участком и надежного возбуждения основной (режущей) дуги.

Это требование определяется следующими условиями. При приближении плазмотрона с зажженной дежурной дугой к кромке разрезаемого листа основная дуга зажигается на расстоянии менее 10 мм между осью плазмотрона и боковой поверхностью листа. Если же боковая поверхность не была зачищена, то основная дуга может возникнуть в тот момент, когда ось плазмотрона будет находиться над верхней плоскостью листа. В этом случае вероятность образования двойной дуги практически равна 100%.

1.3. Если резку необходимо начинать с середины листа, то лист нужно зачищать только в том месте, где должен будет возникнуть столб основной дуги (достаточно несколько рисок, обнажающих чистый металл).

2. Осуществить ручную разделительную резку.

2.1. Уложить разрезаемые пластины шириной 200 и 500 мм из низкоуглеродистой стали над водой (рис. 3, *а*), с касанием образца водяной поверхности (рис. 3, *б*) и на рабочее место без водяной ванны (рис. 3, *в*). Толщина металла (14—20 мм) и марки стали на этих трех пластинах должны быть одинаковыми.

2.2. Установить необходимые параметры режима плазменной резки.

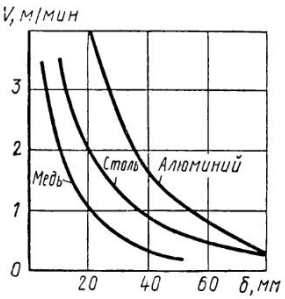



Рис. 4

*Таблица 6*

**Режимы воздушно-плазменной резки**

| Толщина металла, мм | *U*, В | *I*, А |
|---|---|---|
| 10 | 60—70 | 100 |
| 15 | 60—70 | 160 |
| 20 | 66—70 | 200 |
| 25 | 70—80 | 250 |
| 30 | 70—80 | 315 |

Ориентировочные параметры режима приведены в табл. 6. На рис. 4 приведены зависимости оптимальной скорости резки от толщины и рода разрезаемого металла δ.

Силу тока и диаметр канала сопла для ручной плазменной резки тонколистового металла выбрать согласно табл. 7.

*Таблица 7*

**Рекомендуемые режимы ручной плазменной резки**

| Металл | Толщина, мм | Диаметр сопла, мм | Сила тока, А | Ширина резки, мм | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | верх | низ |
| Сталь низкоуглеродистая | 1 | 0,6 | 10 | 1,1 | 0,7 |
| | 2 | 0,8 | 20 | 1,5 | 1,1 |
| | 3 | 1,0 | 20 | 1,7 | 0,5 |
| | 4 | 1,0 | 30 | 1,9 | 1,1 |
| | 5 | 1,0 | 40 | 2,2 | 0,8 |
| | 6 | 1,3 | 50 | 2,4 | 0,8 |
| Алюминий | 1 | 0,4 | 5 | 0,9 | 0,5 |
| | 3 | 0,6 | 10 | 1,6 | 1,2 |
| | 4 | 1,0 | 20 | 1,8 | 0,6 |
| | 5 | 1,0 | 30 | 1,9 | 1,2 |

2.3. Возбудить дежурную дугу. Плазмотрон расположить на расстоянии 20—30 мм от передней зачищенной кромки листа (рис. 5, *а*).

2.4. Подвести плазмотрон к кромке листа так, чтобы расстояние от торца сопла плазмотрона до поверхности разрезаемого металла было в пределах 5—10 мм (рис. 5, *б*).

На некотором расстоянии от торца листа (обычно менее 10 мм), зависящем от мощности дежурной дуги,

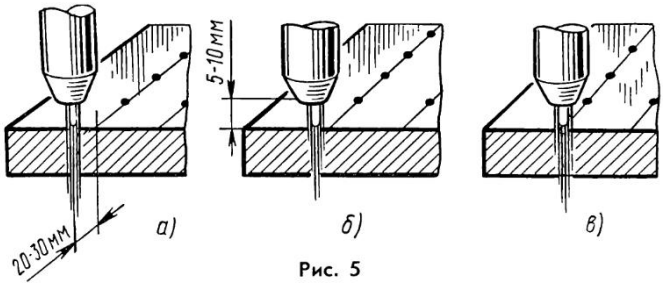



Рис. 5

расхода плазмообразующего газа, расстояния от торца сопла до изделия, возникнет режущая дуга между зачищенным торцом пластины и электродом плазмотрона (рис. 5, *в*).

2.5. Задержать плазмотрон на 1—2 с у начальной кромки реза с целью проплавления металла по всей толщине. Несоблюдение этого требования может привести к непрорезу металла в начале реза и к затруднениям с отделением вырезанной детали от обрези, а также вызвать образование двойной дуги.

2.6. После проплавления металла по всей толщине перемещать плазмотрон равномерно (без задержек и ускорений) вдоль намеченной линии реза. Поддерживать постоянное расстояние между торцом сопла плазмотрона и поверхностью разрезаемого металла.

Подъем плазмотрона над металлом приводит к уменьшению глубины погружения столба сжатой дуги и, следовательно, к сужению ширины реза внизу (рис. 6, *а*). При чрезмерном опускании плазмотрона его сопло может быть повреждено выплесками металла, однако неперпендикулярность кромок снижается (рис. 6, *б*). Следует помнить, что практически невозможно получить перпендикулярные кромки реза. Оптимальное расстояние между соплом плазмотрона и раз-

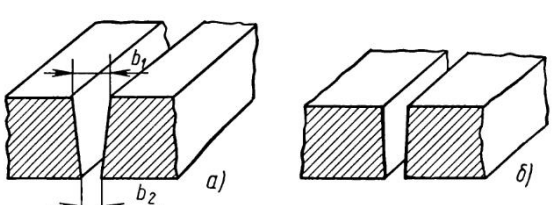



Рис. 6

резаемым металлом изменяется от 5 до 10 мм в зависимости от толщины металла.

2.7. Несколько замедлить скорость перемещения плазмотрона в конце реза с целью исключения непрорезанного участка.

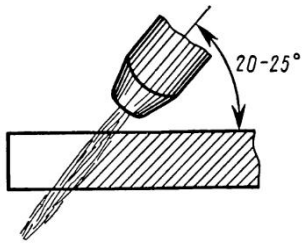


Рис. 7

При прямолинейной резке появление непрорезанных участков в конце реза нужно предотвращать наклоном плазмотрона примерно на 20—25° вперед по ходу резки (рис. 7).

Запрещается в конце процесса останавливать движение плазмотрона, так как это может привести к двойному дугообразованию.

2.8. По окончании резки следить за тем, чтобы вырезаемая заготовка не упала. Для этого нужно укладывать листы так, чтобы после окончания резки вырезаемые заготовки оставались бы лежать на стеллаже. При несоблюдении этого требования могут образовываться трудноисправимые дефекты в месте окончания реза, так как в момент падения детали столб проникающей дуги попадает на боковую поверхность готовой детали. Кроме того, заготовка может при падении коснуться плазмотрона и привести к разрушению сопла.

3. Выполнить резку на всех трех пластинах с целью определения (визуально) количества выделяющегося дыма. Параметры режима поддерживать неизменными во всех случаях резки. Кроме того, замерить ширину реза, неперпендикулярность поверхности резов к плоскости основного металла, определить наличие грата и шероховатость поверхности. Результаты исследований сравнить и определить оптимальный вариант размещения разрезаемого металла при плазменной резке.

4. Техника ручной плазменной резки легированных сталей, алюминия и его сплавов, меди и ее сплавов и других материалов практически ничем не отличается от техники резки малоуглеродистых сталей. Особенности техники и технологии резки этих материалов рассмотрены в разделе механизированная плазменная резка.

5. Ручная плазменная резка применяется ограниченно, в основном в монтажных условиях. Допустимая

Максимальная толщина разрезаемого металла *Таблица 8*

| Рабочее напряжение, В | Коррозионно-стойкая сталь | Низко-углеродистая сталь | Алю-миний, легкие сплавы | Медь | Латунь, бронза |
|---|---|---|---|---|---|
| 70—80 | 40 | 30 | 40 | 15 | 30 |
| 90—110 | 70 | 70 | 80 | 50 | 70 |
| 120—140 | 90 | 90 | 100 | 80 | 90 |

толщина разрезаемых металлов при ручной плазменной резке приведена в табл. 8.

**Криволинейная ручная плазменная резка**

### Криволинейная ручная плазменная резка

1. Взять пластины из низкоуглеродистой стали.

2. Разметить на пластинах квадрат, круг, треугольник или другие геометрические фигуры и раскернить. Зачистить место на поверхности, откуда будет начинаться резка (рис. 8). Для надежного возбуждения режущей дуги достаточно обнажить чистый металл несколькими рисками.

3. Разместить пластины на водяную подушку, обеспечив надежный контакт плюсового полюса источника питания с разрезаемым металлом. Лучше всего провод прижать струбциной.

4. Выполнить плазменную резку.

4.1. Выбрать параметры режима в зависимости от толщины металла.

4.2. Зажечь дежурную дугу нажатием на кнопку, расположенную на рукоятке плазмотрона.

4.3. Подвести плазмотрон к началу вырезки круга так, чтобы он был наклонен в сторону направления резки на угол примерно 30° к поверхности пластины (рис. 9, *а*), а расстояние между торцом плазмотрона и пластиной было таким, чтобы не возникала режущая дуга (35—40 мм).

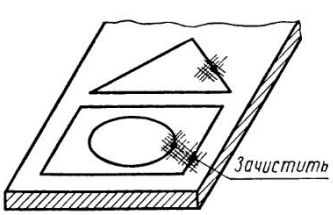


Рис. 8

4.4. Постепенно опускать плазмотрон до возникновения режущей дуги.

4.5. Перемещать плазмотрон по линии разметки. При этом поток выплавляемого металла будет выбрасываться в сторону, противоположную направлению резки (рис. 9, *б*).

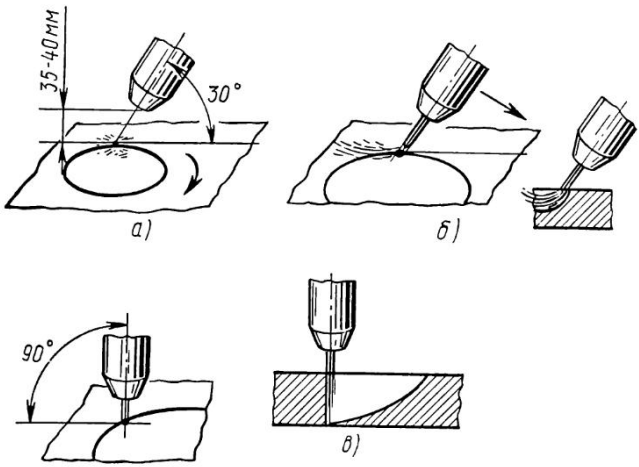



Рис. 9

4.6. По мере заглубления режущей дуги в толщу металла угол наклона плазмотрона уменьшать и в момент пробивки отверстия плазмотрон расположить перпендикулярно поверхности пластины (рис. 9, *в*). Во время пробивки отверстия следить, чтобы брызги металла не попадали на плазмотрон.

4.7. Вырезать круг, перемещая плазмотрон равномерно с оптимальной скоростью и поддерживая постоянным зазор между торцом сопла плазмотрона и поверхностью металла (5—10 мм).

4.8. В конце реза увеличить скорость резки, так как толщина металла постепенно уменьшается, а плазмотрон поднять на высоту, исключающую замыкание плазмотрона на капли, выброшенные в момент пробивки отверстия на поверхность пластины.

5. Вырезать квадрат и треугольник, соблюдая вышеизложенные рекомендации по началу и окончанию резки.

5.1. Уменьшать скорость резки (в местах сопряжения прямолинейных участков под углом) до такой величины, при которой образуется рез с параллельными кромками.

5.2. При завершении процесса резки и отводе плазмотрона от вырезаемой детали направить сжатую дугу в сторону металла, идущего в отходы.

## II. Механизированная разделительная резка

### Прямолинейная резка с использованием воздуха в качестве плазмообразующего газа

1. Подготовить для плазменной резки пластины из низкоуглеродистой или высокопрочной стали (см. задание I).

2. Разместить пластину на такой высоте и в таком положении, чтобы была возможность наблюдения за плазменным потоком, выходящим за ее нижнюю поверхность.

3. Выбрать параметры режима резки (табл. 9—11).

*Таблица 9*

**Ориентировочные параметры режима воздушно-плазменной резки листового металла аппаратом ПЛМ-60/300 (УВПР «Киев»)**

| Толщина металла, мм | Диаметр сопла, мм | Сила тока, А | Расход воздуха, л/мин | Напряжение на дуге, В | Скорость резки, м/мин |
|---|---|---|---|---|---|
| 6—15<br>15—25<br>25—40<br>40—60 | 3 | 300 | 40—60 | 160—180 | 5,0—2,5<br>2,5—1,5<br>1,5—0,8<br>0,8—0,3 |

Для аппарата «Киев-4» параметры режима рекомендуется выбирать по графику (рис. 10) и табл. 10.

*Таблица 10*

**Технологические режимы резки стального листа в автоматическом режиме**

| Толщина листа, мм | Сила тока, А | Напряжение дуги, В | Максимальная скорость резки, м/мин | $b_1$, мм | $b_2$, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| 5; 6 | 340 | 140 | 5 | 4,5 | 3 |
| 16 | 310 | 150 | 3 | 5 | 3,5 |
| 26 | 300 | 155 | 1,86 | 5 | 4,0 |
| 50 | 290 | 170 | 0,48 | 6,5 | 6 |
| 90 | 290 | 200 | 0,05 | 8 | 8,5 |

*Таблица 11*

**Оптимальные параметры режима резки высокопрочных сталей ($U = 130 \div 150$ В, $I = 30 \div 100$ А)**

| Толщина металла, мм | Диаметр сопла, мм | Эффективная мощность дуги, кВт | Скорость резки, мм/с | Расход воздуха, г/с | Ширина реза, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| 1—3 | 0,8 | 6 | 20—30 | 0,30—0,32 | 1,4 |
| 3—5 | 1,1 | 8 | 20—25 | 0,35—0,38 | 1,7 |
| 5—8 | 1,5 | 14 | 20—25 | 0,40—0,45 | 2,5 |

При резке сталей на режимах (табл. 11) отсутствует грат на кромках, а ширина реза, шероховатость поверхностей реза и их неперпендикулярность соответствуют требованиям ГОСТ 14792—80.

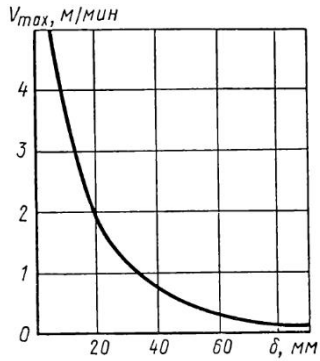


Рис. 10

4. Установить плазмотрон над начальной кромкой так, чтобы ось сопла была от нее на расстоянии 3—5 мм. Если это расстояние будет больше, то факел вспомогательной дуги может не обеспечить электрического контакта с разрезаемым металлом и режущая дуга может не зажечься. Если же произойдет электрический контакт, то режущая дуга возбудится, но отклонится от оси настолько, что возникнет двойная дуга, т. е. столб дуги коснется тела сопла плазмотрона.

5. Выполнить прямолинейную резку.

5.1. Нажать на кнопку «Пуск» на пульте управления установкой.

При этом возникнет сначала вспомогательная дуга, затем режущая, которая проплавит металл на всей толщине (это происходит практически мгновенно при резке толщин до 50 мм).

При резке металлов больших толщин необходимо задержать перемещение плазмотрона в начале реза, но не более чем на 2—5 с в зависимости от толщины металла. Несоблюдение этого условия, так же как и при ручной резке, может привести к непрорезу начального участка внизу листа.

5.2. После проплавления металла на всю толщину установить оптимальную скорость резки, руководствуясь наблюдениями за плазменным потоком (плазменным факелом), выходящим за нижнюю поверхность разрезаемого металла. Если плазменный поток отклоняется от оси плазмотрона на небольшой угол α (рис. 11, *а*), то это указывает на то, что скорость оптимальная, а образующиеся кромки близки к параллельным.

При очень малой скорости резки плазменный факел располагается перпендикулярно поверхности разрезаемого металла (рис. 11, *б*). Если этот поток плазмы

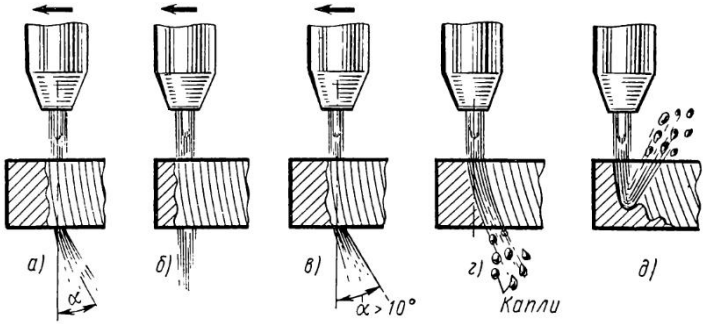



Рис. 11

отклоняется в сторону, противоположную движению резака на угол α более 10° (рис. 11, *в*), неперпендикулярность кромок не превышает требований класса 3.

Значительное отклонение потока плазмы от перпендикуляра к поверхности реза и стекание выплавленного металла в виде крупных капель (рис. 11, *г*) указывает на то, что скорость резки близка к предельно возможной и может возникнуть неполное прорезание.

При неполном прорезании брызги расплавленного металла выбрасываются в сторону, противоположную движению плазмотрона (рис. 11, *д*).

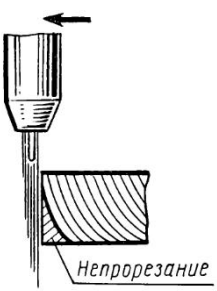



Рис. 12

6. При прямолинейной резке скорость перемещения плазмотрона уменьшить при завершении реза, так как при номинальной скорости резки возможно неполное прорезание по толщине металла (рис. 12). Режущая дуга потухнет при выходе за верхнюю конечную кромку пластины, а так как имеется отставание в прорезании (проплавлении) нижних слоев металла, то это неизбежно приведет к дефекту реза.

**Прямолинейная плазменная резка с началом реза не с кромки листа**

1. Разметить геометрические фигуры на листе из коррозионно-стойкой стали.

2. Очистить места, где предполагается начать процесс резки.

3. Разместить пластину в удобное положение для наблюдения за процессом резки.

4. Выбрать параметры режима плазменной резки и уменьшить скорость резки на 25—30%.

5. Осуществить вырезку геометрических фигур (квадрата, треугольника, круга, многоугольника и т. д.).

5.1. Выполнить начальное отверстие. При резке листового металла средней (40—50 мм) или малой толщины начальное отверстие можно получить прожиганием металла режущей дугой. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

установить плазмотрон перпендикулярно над точкой пробивки отверстия и на расстояние, исключающее возбуждение режущей дуги (зазор между торцом плазмотрона и поверхностью металла около 50 мм);

зажечь вспомогательную дугу; постепенно опустить плазмотрон до возникновения режущей дуги, вновь поднять на 4—6 мм и перемещать плазмотрон в направлении контура реза (включить рабочий ход машины); следить, чтобы поток выплавляемого металла, выбрасываемый в сторону, противоположную направлению резки, не попал на сопло и не вывел его из строя;

после пробивки отверстия плазмотрон опустить до 5—10 мм над поверхностью изделия; установить оптимальную скорость резки и вырезать геометрические фигуры, уменьшая скорость движения плазмотрона в углах (квадрата, треугольника) до такой величины, при которой образуется рез с параллельными кромками;

с целью исключения возможности повреждения торца плазмотрона (сопла плазмотрона) выбрасываемым металлом целесообразно использовать дополнительные воздушные сопла (рис. 13) или прорезать отверстие ручным плазмотроном со старым соплом, не используемым для чистовой резки.

5.2. При резке металла больших толщин отверстие для начала реза засверлить сверлом диаметром, меньшим ширины намеченного реза на 2—3 мм.

5.3. При завершении резки следить за полным прорезанием листа, для чего снизить скорость резки или уменьшить силу тока. Помнить, что при пробивке отверстия толщина металла уменьшалась.

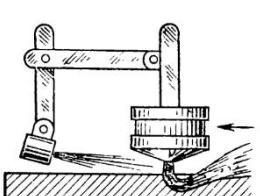


Рис. 13

При назначении режимов необходимо учитывать физические свойства металлов (плотность, температуру и теплоту плавления, теплоемкость, теплопроводность). В зависимости от свойств металлов выбирается благоприятная плазмообразующая среда, электрическая мощность режущей дуги, диаметр сопла плазмотрона.

## III. Показатели точности и качества резки

1. Контрольные образцы, вырезаемые после приобретения навыков плазменной резки, должны оцениваться по четырем показателям качества. Эти показатели определяют следующее.

1.1. Соответствие заданных размеров вырезанных деталей фактическим размерам вырезанных контуров. Предельно допустимые отклонения от номинальных размеров (табл. 12) установлены исходя из размеров деталей и толщины разрезаемого металла (от 5 до 60 мм).

*Таблица 12*

**Предельные отклонения, мм, размеров деталей, вырезаемых из листового металла (ГОСТ 14792—80)**

| Класс точности | Толщина листа, мм | Отклонения при номинальных размерах детали или заготовки, мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | до 500 | 500—1500 | 1500—2500 | 2500—5000 |
| 1 | 5—60 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 |
| | 5—30 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 |
| 2 | 30—60 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 |
| | 5—30 | 3,5 | 3,5 | 4 | 4,5 |
| 3 | 30—60 | 4 | 4 | 4,5 | 5 |

1.2. Отклонение от перпендикулярности реза. Нормы неперпендикулярности зависят от толщины разрезаемого металла (табл. 13).

1.3. Шероховатость поверхности реза (табл. 13). Измеряется по фактической высоте микронеровностей на поверхности реза.

1.4. Зону термического влияния оценивают по фактической максимальной толщине поверхностного слоя металла у кромок. Наличие каких-либо дефектов в этой зоне недопустимо. Нормы по размерам зоны термического влияния приведены в табл. 13.

*Таблица 13*

**Показатели качества поверхности реза при плазменной резке листового металла**

| Показатель | Класс точности | Нормы показателя при толщине разрезаемого металла, мм | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 5—12 | 12—30 | 30—60 |
| Отклонение от перпендикулярности, мм | 1 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| | 2 | 1,0 | 1,2 | 1,6 |
| | 3 | 2,3 | 3,0 | 4,0 |
| Шероховатость | 1 | 0,05 | 0,06 | 0,07 |
| | 2 | 0,10 | 0,20 | 0,32 |
| | 3 | 0,20 | 0,32 | 0,63 |
| Глубина, мм, зоны термического влияния при резке низкоуглеродистых сталей, алюминиевых сплавов | 1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| | 2 | 0,4 | 0,8 | 1,6 |
| | 3 | 0,8 | 1,6 | 3,2 |

2. Измерить точность вырезаемых деталей с помощью штангенциркуля (рис. 14, *а*), поверочной линейкой (рис. 14, *б*).

3. Измерить отклонение от перпендикулярности поверхностей реза по классу 3 стальным угольником с нанесенными на него миллиметровыми шкалами (рис. 15, *а*) или универсальными угломерами с ноиусом завода «Калибр» (рис. 15, *б*).

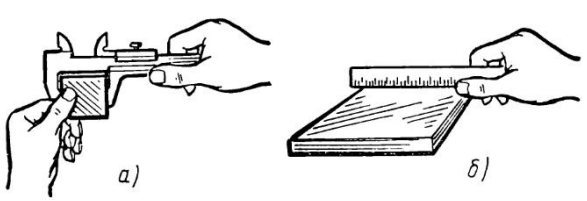



Рис. 14

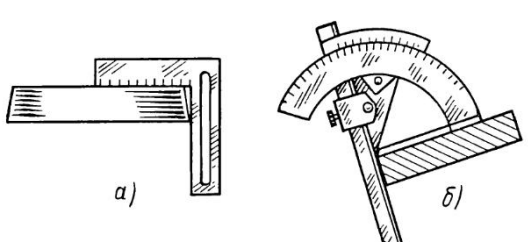



Рис. 15

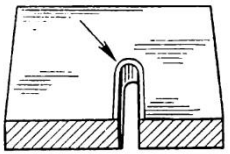


Рис. 16

4. Определить шероховатость поверхности реза на базовой длине, равной 8 мм, сравнением (визуально) поверхности вырезанной детали с эталонами 4; 3; 2; 1 и 0,5 чистоты.

5. Измерить зону термического влияния с помощью лупы десятикратного увеличения с ценой деления 0,1 мм. Для этого на нижней поверхности у кромки реза сделать макрошлиф (рис. 16). Светлая полоска у кромок — зона термического влияния плазменной резки.

## ТЕМА. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТ

### ИНСТРУКЦИОННАЯ КАРТА 41
### КОМПЛЕКСНЫЕ РАБОТЫ ПО ГАЗОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ

**Учебно-производственные задания.** I — комплексные производственные работы по сварке и резке изделий сложностью 2-го разряда, II — производственные работы по сварке и резке деталей, относящихся по сложности к работам 3-го разряда.

**Цель заданий:** усовершенствовать приобретенные приемы и навыки работ газосварщика и газорезчика при выполнении производственных работ.

**Организационные указания.** Подготовить технологическую документацию на выполняемые работы, подобрать достаточное количество разнообразных сборочно-сварочных работ и работ по дуговой и плазменной резке. Составить ученические бригады и графики их перемещений по различным участкам сборочно-сварочных цехов.

### I. Комплексные производственные работы по сварке и резке изделий сложностью 2-го разряда

1. Газосварщик и газорезчик второго разряда должен уметь:

выполнять работы по газокислородной и дуговой резке, газовой сварке простых деталей, узлов и конст-

рукций из углеродистых сталей в нижнем и вертикальном положениях;

читать рабочие чертежи на сварные конструкции;

производить наплавку простых неответственных деталей;

заваривать раковины и трещины в простых отливках;

производить подогрев конструкций и деталей при правке;

выполнять разделительную и поверхностную резку различных материалов;

применять рациональные приемы работы и способы организации труда и рабочего места;

экономно расходовать материалы и электроэнергию;

бережно обращаться с оборудованием, инструментами и приборами;

соблюдать требования безопасности труда и пожарной безопасности;

соблюдать правила гигиены труда и внутреннего распорядка.

2. Весьма приближенный перечень работ следующий:

наплавка мест выработки (болты буксовые, колончатые, центровые);

пайка горловин бензобаков автомобилей и других подобных изделий;

сварка изделий из тонколистового материала (кожухи, крышки, поддоны к станкам, усилители крыльев автомобилей и т. д.);

заварка трещин в неответственных деталях и узлах механизмов и машин;

прихватка и обварка деталей для каркасных конструкций;

вырезка графитовым, угольным, металлическим электродами деталей из низкоуглеродистых сталей;

вырезка канавок, дефектов в отливках и сварных швах;

кислородно-флюсовая резка пластин, уголков, швеллеров;

резка кромок под сварку дуговой и ручной плазменной резкой;

вырезка отверстий, дисков, фланцев, труб малого диаметра.

## II. Производственные работы по сварке и резке деталей, относящихся по сложности к работам 3-го разряда

1. Учащиеся дополнительно к требованиям, предусмотренным для газосварщика и газорезчика 2-го разряда, должны уметь:

выполнять работы по газовой сварке во всех пространственных положениях сварного шва, кроме потолочного, узлов деталей и трубопроводов из углеродистых сталей, цветных металлов и сплавов; заваривать раковины и трещины в деталях и узлах средней сложности;

производить наплавку твердыми сплавами простых деталей;

производить напайку пластин из твердого сплава на простой режущий инструмент;

осуществлять предварительный и сопутствующий подогрев при сварке деталей с соблюдением заданного режима;

выполнять работы по дуговой, воздушно-дуговой, плазменной, кислородной, кислородно-флюсовой резке различных материалов при изготовлении деталей сложностью 3-го разряда.

2. Конкретные методы сварки и резки металлов устанавливаются в зависимости от местных условий на предприятии.

3. Рекомендуются примерно следующие работы:

заварка дефектов на арматуре из оловянистых бронз и кремнистой латуни на пробное давление 1,6 МПа, полуобработанных валах коленчатых двигателей и кулачковых валах автомобилей; дисках тормозных бронзовых и других литых деталях;

сварка глушителей, кожухов эластичных муфт, рамок окон кабин автомобилей, резервуаров для негорючих жидкостей и тормозных систем подвижного состава, труб вентиляционных, труб медных, труб тормозных магистралей вагонов, труб связных дымогарных в котлах и труб пароперегревателей, трубопроводов безнапорных для воды (кроме магистральных), трубопроводов наружных и внутренних сетей водоснабжения и теплофикации (сварка в цеховых условиях);

наплавка твердыми сплавами простого режущего инструмента;

пайка деталей из ковкого чугуна, меди и ее сплавов, алюминия и его сплавов и др.;

резка различными способами заготовок для механической обработки, крышек, люков, накладных листов, наружных кромок фланцев, ребер, тарелок, проемов химических аппаратов и емкостей, элементов рам, каркасов и ферм; листов обшивок; труб, заглушек и т. д.

**1. Разрезаемость кислородом углеродистых и низколегированных сталей**

| Группа разрезаемости | Сталь | Содержание углерода, % | Условия резки |
|---|---|---|---|
| 1 | Углеродистая | Менее 0,3 | Разрезаются в любых производственных условиях без ограничений по толщине и температуре воздуха |
| | Низколегированная | Менее 0,2 | |
| 2 | Углеродистая | 0,3—0,4 | Разрезаются с ограничениями: в зимнее время (температура не менее —5° С) и при резке большой толщины (более 100 мм) с подогревом по линии реза до температуры не менее 120° С |
| | Низколегированная | 0,2—0,3 | |
| 3 | Углеродистая | 0,4—0,5 | Требуется подогрев до 200—300° С по линии реза |
| | Низколегированная | 0,3—0,4 | |
| 4 | Углеродистая | Более 0,5 | Требуется подогрев до 300—450° С |
| | Низколегированная | Более 0,4 | |

Примечание. Разрезаемость может оцениваться также и по эквивалентному углероду, определяемому по соответствующей формуле.

**2. Подбор сменного мундштука при кислородной резке**

| Номер сменного мундштука | Толщина разрезаемой стали, мм | Давление кислорода на входе в резах, МПа (кгс/см$^2$) | Расход, м$^3$/ч, не более | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | режущего кислорода | кислорода подогревающего пламени для | | ацетилена |
| | | | | ацетилена | пропан-бутана и природного газа | |
| 0 | 3—8 | 0,25 (2,5) | 1,3 | 0,6 | 1,25 | 0,4 |
| 1 | 8—15 | 0,35 (3,5) | 2,6 | 0,6 | 1,5 | 0,5 |
| 2 | 15—30 | 0,40 (4,0) | 4,0 | 0,7 | 1,8 | 0,65 |
| 3 | 30—50 | 0,42 (4,2) | 6,8 | 0,8 | 1,8 | 0,75 |
| 4 | 50—100 | 0,50 (5,0) | 11,5 | 0,9 | 2,3 | 0,9 |
| 5 | 100—200 | 0,75 (7,5) | 20,5 | 1,25 | 2,5 | 1,25 |
| 6 | 200—300 | 1,00 (10,0) | 30,0 | — | 3,2 | — |

Примечание. Расход пропан-бутана определяют умножением величины расхода кислорода подогревающего пламени на коэффициент 0,25—0,27, а природного газа — на коэффициент 0,55—0,6. Чистота кислорода должна быть не менее 99,5%.

**3. Выбор плазмообразующего газа в зависимости от условий резки**

| Газ | Разрезаемый металл |
|---|---|
| Воздух, кислород | Низкоуглеродистые и легированные стали |
| Азот технический | Нержавеющие стали, медь и ее сплавы |
| Смесь: аргон технический, водород | Алюминий, алюминиевые сплавы |

**4. Ориентировочные режимы машинной резки**

| Толщина разрезаемого металла, мм | Диаметр сопла, мм | Ток, А | Напряжение, В | Расход сжатого воздуха, дм$^3$/ мин | Скорость резки, м/мин | Средняя ширина реза, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Низкоуглеродистая сталь* | | | | | | |
| 10 | 3,0 | 300 | 145—150 | 80—90 | 2,2—2,5 | 3,0 |
| 40 | 3,0 | 300 | 190—195 | 80—90 | 0,3—0,4 | 5,0 |

*Продолжение*

| Толщина разрезаемого металла, мм | Диаметр сопла, мм | Ток, А | Напряжение, В | Расход сжатого воздуха, $дм^3/мин$ | Скорость резки, м/мин | Средняя ширина реза, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Алюминий и его сплавы* | | | |
| 5—15 | 2,0 | 120—200 | 170—180 | 70 | 2,0—1,0 | 3,5 |
| 30—50 | 3,0 | 280—300 | 170—190 | 40—50 | 1,2—0,6 | 5,5 |
| | | | *Медь* | | | |
| 10 | 3,0 | 300 | 160—180 | 40—60 | 3,0 | — |
| 60 | 3,5 | 300 | 160—180 | 40—60 | 0,4 | — |

Примечание. Диаметр вольфрамового катода равен диаметру формирующего сопла.

**5. Свариваемость перлитных сталей**

| Класс свариваемости | Стали | Условия сварки |
|---|---|---|
| I | Низкоуглеродистые, содержащие C≤0,22% (марки ВСт3сп5, ВСт3пс5, 18кп, 18сп, 18Гсп, 08, 10, 15 и др.)* | Свариваются без особых ограничений, независимо от толщины металла, температуры окружающего воздуха и жесткости изделия, в широком интервале режимов сварки |
| | Низколегированные низкоуглеродистые, содержащие C≤0,14% (марки 09Г2С, 10Г2С1, 10ХСНД, 12Г2СМФ, 12ГС и др.) | |
| II | Углеродистые, содержащие 0,22—0,30% углерода (марки Ст4, 20, 25 и др.) | Свариваются с ограничениями по температуре окружающего воздуха (не ниже −5° С), толщине (менее 20 мм) и жесткости при правильно выбранном в узком интервале режимов сварки |
| | Низколегированные низкоуглеродистые, содержащие 0,14—0,22% углерода (марки 15ХСНД, 14Г2АФ, 15Г2АФДпс, 16Г2АФ, 14ГСМФР и др.) | |
| III | Углеродистые, содержащие 0,3—0,4% углерода (марки Ст5, 25, 35 и др.) | Свариваются с предварительным или сопутствующим подогревом до 100—250° С |
| | Низколегированные среднеуглеродистые, содержащие 0,22— | |

* Свариваемость сталей может оцениваться и по эквивалентному углероду $C_э$, определяемому по формуле.

*Продолжение*

| Класс свариваемости | Стали | Условия сварки |
|---|---|---|
| IV | 0,3% углерода (марки 18Г2АФ, 20ХГСА и др.)<br>Теплоустойчивые стали (12ХМ, 15ХМ, 20ХМЛ, 12Х1МФ и др.)<br>Среднелегированные среднеуглеродистые (25ХГСА, 30ХГСА, 30ХГСНА, 30ХН2МФА, 20Х2МА и др.)<br>Перлитные высоколегированные стали различных марок | Свариваются с подогревом и последующей термообработкой сварного изделия |

**6. Браковочные показатели контрольных сварных соединений**

| Вид контроля | Браковочный показатель |
|---|---|
| 1. Внутренние дефекты, выявляемые при любых видах контроля | Нормы, установленные техническими условиями (ТУ) на изготовление изделия |
| 2. Механические испытания: | |
| временное сопротивление разрыву при испытании образцов на статическую нагрузку | Ниже нижнего предела временного сопротивления разрыву основного металла по ТУ и ГОСТу |
| угол статического изгиба для углеродистой стали толщиной до 20 мм | Не менее 120 |
| низколегированной стали толщиной до 20 мм | » 80 |
| низколегированной стали толщиной свыше 20 мм | » 60 |
| Ударная вязкость, Дж/м$^2$, при комнатной температуре для сталей: | |
| аустенитных | $7 \cdot 10^5$ |
| всех остальных | $5 \cdot 10^5$ |

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алешин Н. П., Щербинский В. Г. Контроль качества сварочных работ.— М.: Высшая школа, 1986.

Макиенко Н. И. Практические работы по слесарному делу.— М.: Высшая школа, 1982.

Некрасов Ю. И. Справочник молодого газосварщика и газорезчика.— М.: Высшая школа, 1984.

Рыбаков В. М. Дуговая и газовая сварка.— М.: Высшая школа, 1981.

Соколов И. И. Газовая сварка и резка металлов.— М.: Высшая школа, 1986.

Щебеко Л. П. Производственное обучение электрогазосварщиков.— М.: Высшая школа, 1984.

## СОДЕРЖАНИЕ


Предисловие ..... 3

**Раздел I. Газовая сварка, наплавка, пайка** ..... 5

*Тема. Подготовка металла к сварке* ..... 5

Инструкционная карта 1. Правка и гибка металла ..... 5
I. Подготовка к выполнению упражнений ..... 5
II. Правка металла ..... 6
III. Гибка металла ..... 9
IV. Гибка труб в холодном и горячем состояниях ..... 10

Инструкционная карта 2. Разметка ..... 12
I. Подготовка к выполнению упражнений ..... 13
II. Разметка ..... 13
III. Кернение ..... 16
IV. Затачивание кернера, чертилки, ножек циркуля ..... 17

Инструкционная карта 3. Рубка металла ..... 20
I. Положение корпуса и ног работающего ..... 20
II. Правила выбора и захвата инструмента ..... 21
III. Приемы нанесения ударов молотком ..... 22
IV. Затачивание зубил и крейцмейселей ..... 23
V. Рубка металла ..... 24

Инструкционная карта 4. Резка металла ..... 27
I. Подготовка к выполнению упражнений по резке металла с применением ножовочного станка ..... 28
II. Резка металла ножовочным полотном (ножовкой) ..... 30
III. Резка труб труборезом ..... 33
IV. Резка металла напильником (опиливание) ..... 33

Инструкционная карта 5. Разделка кромок под газовую сварку. Разделка участка шва с дефектом под последующую заварку 38
I. Разделка кромок под сварку стыковых соединений ..... 39
II. Разделка участков швов с дефектами под последующую заварку (образцы 180×120×6) ..... 45

*Тема. Упражнения в пользовании газосварочной аппаратурой* ..... 52

Инструкционная карта 6. Подготовка ацетиленовых генераторов к работе и правила их обслуживания ..... 52
I. Раскупорка барабанов и транспортировка карбида кальция к посту газовой сварки (резки) ..... 52
II. Ознакомление с устройством ацетиленовых генераторов ..... 54
III. Подготовка ацетиленовых генераторов к работе ..... 55
IV. Обслуживание генератора во время работы ..... 58
V. Перезарядка генератора ..... 60
VI. Обязанности газосварщика и газорезчика после окончания работы ..... 66
VII. Возможные неисправности генераторов ..... 67

Инструкционная карта 7. Предохранительные затворы и клапаны ..... 68
I. Ознакомление с устройством жидкостных и сухих предохранительных затворов ..... 69
II. Правила эксплуатации жидкостных предохранительных затворов ..... 70

Инструкционная карта 8. Правила эксплуатации баллонов для сжатых газов ..... 79
I. Ознакомление с устройством баллонов ..... 79
II. Правила эксплуатации кислородного баллона ..... 81
III. Правила эксплуатации ацетиленового баллона ..... 83
IV. Правила эксплуатации пропан-бутанового баллона ..... 83

Инструкционная карта 9. Правила эксплуатации газовых редукторов ..... 84
I. Ознакомление с устройством редукторов ..... 84
II. Правила эксплуатации газовых редукторов (кислородного, ацетиленового, пропан-бутанового) ..... 86

Инструкционная карта 10. Правила эксплуатации инжекторной горелки для газовой сварки с применением в качестве горючего газа ацетилена ..... 91
I. Ознакомление с устройством горелок ..... 92
II. Осмотр и предварительное испытание горелок ..... 94
III. Правила эксплуатации горелок ..... 98
IV. Основные неисправности, нарушающие форму и размеры пламени. Причины и способы их устранения ..... 101
V. Ремонт инжекторных горелок ..... 105

Инструкционная карта 11. Присоединение шлангов (рукавов) к предохранительному затвору, редуктору, горелке, резаку, керосинорезу, бачку с керосином ..... 107

I. Правила эксплуатации шлангов при газопламенной обработке материалов ..... 107

Инструкционная карта 12. Организация рабочего места газосварщика ..... 111

I. Определение оптимальной зоны для расположения инструмента и материалов ..... 111
II. Посты для газовой сварки ..... 113
III. Обязанности газосварщика ..... 117

*Тема. Газовая наплавка валиков и сварка пластин из низкоуглеродистой стали в нижнем, горизонтальном и вертикальном положениях* ..... 118

Инструкционная карта 13. Наплавка валиков в нижнем и наклонном положениях ..... 118

I. Плавление металла левым способом газовой сварки 119
II. Наплавка валиков левым способом сварки ..... 121
III. Плавление металла и наплавка валиков правым способом газовой сварки ..... 123
IV. Наплавка валиков по замкнутым контурам ..... 124

Инструкционная карта 14. Сварка тонколистового металла ..... 125

I. Сварка пластин с отбортовкой кромок, выполнение нахлесточных соединений ..... 125
II. Выполнение тавровых и угловых соединений ..... 126

Инструкционная карта 15. Сварка пластин толщиной более 3 мм встык без скоса кромок, с односторонним и двусторонним скосом кромок ..... 127

I. Сварка стыковых соединений без скоса кромок ..... 128
II. Сварка стыковых соединений с V- и X-образным скосом кромок ..... 129

Инструкционная карта 16. Сварка стыков в вертикальном и горизонтальном положениях ..... 130

I. Сварка стыков в вертикальном положении ..... 130
II. Сварка стыков в горизонтальном положении ..... 133

*Тема. Изготовление несложных сварных конструкций* ..... 134

Инструкционная карта 17. Сварка прямоугольной коробки ..... 134

I. Сварка прямоугольной коробки из пяти пластин ..... 134
II. Испытание швов на герметичность ..... 135

Инструкционная карта 18. Сварка двутавровой балки ..... 136

I. Сборка и сварка балки без применения приспособлений ..... 136
II. Сборка и сварка балки в зажимном приспособлении ..... 139

*Тема. Газовая многослойная наплавка и сварка* ..... 140

Инструкционная карта 19. Многослойная наплавка плоских и цилиндрических поверхностей ..... 140
I. Многослойная наплавка на пластины из низкоуглеродистой стали ..... 141
II. Многослойная наплавка на цилиндрические поверхности ..... 142
III. Наплавка валиков в потолочном положении ..... 143

Инструкционная карта 20. Многослойная газовая сварка ..... 144
I. Многослойная сварка пластин встык с V-образной разделкой кромок ..... 144
II. Многослойная сварка пластин встык с X-образной разделкой кромок ..... 147
III. Заварка отверстий и постановка заплат ..... 149

*Тема. Газовая сварка кольцевых швов* ..... 152

Инструкционная карта 21. Сварка труб ..... 152
I. Сборка стыков труб под сварку ..... 152
II. Сварка труб встык без скоса кромок и при различных положениях стыка в пространстве ..... 154
III. Сварка неповоротных стыков труб ..... 155

*Тема. Сварка легированных сталей* ..... 158

Инструкционная карта 22. Сварка хромистых и хромоникелевых сталей ..... 158
I. Наплавка отдельных валиков на пластины ..... 158
II. Сварка пластин и труб встык .....
III. Испытание сварных соединений на прочность, определение размеров зоны термического влияния ..... 161

*Тема. Сварка чугуна* ..... 163

Инструкционная карта 23. Холодная сварка чугуна ..... 163
I. Сварка чугунных пластин встык ..... 163
II. Заварка трещин на деталях простой конфигурации с применением компенсации тепловых деформаций ..... 167

Инструкционная карта 24. Горячая сварка чугуна ..... 168
I. Подготовка металла к сварке ..... 169
II. Исправление угловых (краевых) дефектов ..... 170
III. Заварка дефектов чугунного литья ..... 171

Инструкционная карта 25. Пайко-сварка чугуна ..... 174
I. Низкотемпературная пайко-сварка чугунными присадочными материалами ..... 174
II. Низкотемпературная пайко-сварка латунными припоями ..... 176
III. Пайко-сварка чугуна латунными припоями ..... 177

*Тема. Сварка цветных металлов и их сплавов* ..... 179

Инструкционная карта 26. Сварка меди и ее сплавов ..... 179
I. Сварка меди ..... 179
II. Сварка латуни ..... 182
III. Сварка бронзы ..... 184

Инструкционная карта 27. Сварка алюминия и его сплавов ..... 185
I. Сварка деформируемых алюминиевых сплавов ..... 185
II. Сварка литейных алюминиевых сплавов ..... 188

*Тема. Газовая наплавка и пайка* ..... 189

Инструкционная карта 28. Наплавка металлов ..... 189
I. Наплавка латуни на сталь ..... 189
II. Наплавка твердыми сплавами ..... 192

Инструкционная карта 29. Пайка металлов ..... 193
I. Высокотемпературная пайка ..... 193
II. Низкотемпературная пайка ..... 197

**Раздел II. Резка металлов и неметаллических материалов** ..... 200

*Тема. Кислородная резка металлов* ..... 200

Инструкционная карта 30. Ознакомление с конструктивными особенностями резаков ..... 200
I. Резаки для кислородной резки, работающие на горючих газах ..... 200
II. Керосинорезы ..... 201
III. Вставные и машинные резаки ..... 202

Инструкционная карта 31. Правила эксплуатации газокислородных резаков ..... 203

I. Предварительные испытания нового резака ..... 203
II. Правила эксплуатации резаков ..... 206
III. Неисправности резаков и способы их устранения ..... 209
IV. Рекомендации по ремонту некоторых деталей резаков 213

Инструкционная карта 32. Правила эксплуатации керосинореза ..... 217
I. Подготовка к работе керосинореза ..... 217
II. Правила эксплуатации керосинореза ..... 219

Инструкционная карта 33. Технология кислородной резки металлов ..... 221
I. Разделительная ручная кислородная резка ..... 222
II. Поверхностная кислородная резка ..... 229
III. Машинная кислородная резка ..... 232
IV. Качество кислородной резки ..... 233

*Тема. Кислородно-флюсовая резка* ..... 234

Инструкционная карта 34. Правила эксплуатации аппаратуры для кислородно-флюсовой резки ..... 234
I. Ознакомление с оборудованием для резки ..... 234
II. Правила эксплуатации аппаратуры для резки ..... 236
III. Некоторые неполадки в работе установок УРХС и способы их устранения ..... 239
IV. Общие положения по технике безопасности при кислородно-флюсовой резке ..... 240

Инструкционная карта 35. Резка высоколегированных сталей, чугуна и цветных металлов ..... 240
I. Техника и технология разделительной резки высоколегированных сталей ..... 241
II. Особенности разделительной резки чугуна и цветных металлов ..... 245
III. Поверхностная кислородно-флюсовая резка ..... 247

Инструкционная карта 36. Резка порошково-кислородным копьем ..... 247
I. Прожигание отверстий в металле и неметаллических материалах с помощью установки УФР-5 ..... 248
II. Разделительная резка материалов ..... 250

*Тема. Дуговая резка* ..... 251

Инструкционная карта 37. Дуговая резка угольным и металлическим электродами ..... 251

I. Прямолинейная разделительная резка ..... 251
II. Криволинейная разделительная резка графитовым и металлическим электродами ..... 253

Инструкционная карта 38. Воздушно-дуговая и кислородно-дуговая резка ..... 255
I. Разделительная воздушно-дуговая резка ..... 256
II. Поверхностная воздушно-дуговая резка канавок ..... 260
III. Особенности кислородно-дуговой резки ..... 262

*Тема. Плазменная резка* ..... 262

Инструкционная карта 39. Аппаратура для плазменной резки (аппарат А1612) ..... 262
I. Знакомство с составными частями аппарата для воздушно-плазменной резки металлов ..... 263
II. Правила эксплуатации аппаратуры ..... 266
III. Меры безопасности при эксплуатации аппаратуры ..... 273

Инструкционная карта 40. Технология плазменной резки ..... 274
I. Ручная разделительная резка ..... 275
II. Механизированная разделительная резка ..... 282
III. Показатели точности и качества резки ..... 286

*Тема. Выполнение производственных работ* ..... 288

Инструкционная карта 41. Комплексные работы по газоплазменной обработке материалов ..... 288
I. Комплексные производственные работы по сварке и резке изделий сложностью 2-го разряда ..... 288
II. Производственные работы по сварке и резке деталей, относящихся по сложности к работам 3-го разряда ..... 290

Приложение ..... 292

Список рекомендуемой литературы ..... 296

*Учебное издание*

**Малаховский Владимир Артемович**

РУКОВОДСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ
ГАЗОСВАРЩИКА И ГАЗОРЕЗЧИКА

Заведующий редакцией В. А. Козлов
Редактор Н. А. Цветкова
Младший редактор О. В. Каткова
Художественный редактор Л. К. Громова
Технический редактор А. К. Нестерова
Корректор Г. А. Чечеткина

ИБ № 7627

Изд. № М-405. Сдано в набор 31.07.89. Подп. в печать 09.02.90. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бум. кн.-журн. Гарнитура таймс. Печать высокая. Объем 15,96 усл. печ. л. 15,96 усл. кр.-отт. 14,69 уч.-изд. л. Тираж 100 000 экз. Зак. № 2706. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» Государственного комитета СССР по печати. 113054, Москва, Валовая, 28.