

### **3. Подготовка оборудования к сварке**

Уяснить признаки основных возможных неисправностей источников тока (гудение трансформатора и повышенный нагрев сердечника, скрепляющих его шпилек и др. частей; нарушение изоляций) и способы их устранения.

Убедиться в исправности источника тока.

Ознакомиться с назначением и конструктивными особенностями магнитного пускателя, рубильника, предохранителей, сварочных проводов. Убедиться в их исправности. В частности, в том, что провода плотно присоединены к зажимам; зажимы не загрязнены и закрыты крышками; источник заземлен.

**Запомнить, что при включенном рубильнике на источник (например, на первичную обмотку трансформатора) подано высокое напряжение! Включать источник в сеть только непосредственно перед сваркой!**

Заканчивается подготовка оборудования установкой необходимого значения силы сварочного тока с помощью соответствующих регулирующих устройств и закреплением электрода в электрододержателе.

### **4. Выбор режима сварки**

Режимом сварки называют комплекс показателей, определяющих процесс сварки: тип и марка электрода, его диаметр; сила и род сварочного тока, полярность при постоянном токе; скорость сварки, число слоев металла в шве. Режим влияет на качество сварного соединения, размеры и форму шва.

Тип и марку электрода выбирают в зависимости от марки свариваемого металла, его прочности, рода тока.

Расчет диаметра электрода (мм) выполняют по формуле

$$d = 0,5 - S + 1, \quad (1)$$

где  $S$  - толщина свариваемого металла, мм.

Для приближенного расчета силы сварочного тока ( $A$ ) можно пользоваться зависимостью

$$J_{Cv} = k \cdot d_e \quad (2)$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности, А/мм;  $d_e$  - диаметр электродного стержня, мм.

Значения  $k = 40 - 60$ . Наименьшее значение принимается при сварке в потолочном и вертикальном положениях, наибольшее - при сварке в нижнем положении.

Сила тока для сварки в нижнем положении по формуле академика К.К. Хренова

$$J_{Cv} = (20 + 6 \cdot d_e) \cdot d_e, A, \quad (3)$$

При этом, если  $S < 1,5 \cdot d_e$ , то  $J_{Cv,y} \approx 0,9 \cdot J_{Cv}$ ;

$J_{Cv,y} \approx 1,1 \cdot J_{Cv}$ .

Если  $S > 3 \cdot d_e$ , то уточненное значение тока.

При сварке на вертикальной плоскости ток уменьшают на 10-15%, а в потолочном положении - на 15-20% по сравнению с рассчитанной силой тока по формуле 3.

## 5. Практические упражнения

**Приступать к работе только после внимательного изучения заводской инструкции или методических указаний по соответствующему источнику тока и с разрешения учебного мастера!**

**Упражнение 1. Регулирование силы сварочного тока.**

**На трансформаторе типа ТД-500**

Установить нужный диапазон сварочных токов переключателем диапазонов.

Необходимое значение тока  $J_{Cv}$  установить по шкале токоуказателя.

Контроль - через смотровое окно на крышке кожуха трансформатора. Для

уменьшения силы тока рукоятку регулятора тока вращать по часовой стрелке (вторичную обмотку удалить от первичной), для увеличения силы тока рукоятку вращать против часовой стрелки.

Проверить правильность установки тока пробным включением трансформатора в работу по амперметру.

### **На выпрямителе ВД-403 УЗ**

Переключатель диапазонов сварочного тока установить в положение 1 (малые токи) или 2 (большие токи).

Плавным вращением рукоятки регулятора тока, размещенной на крышке выпрямителя, установить нужную силу тока.

Проверить правильность установки по амперметру пробным включением выпрямителя в работу.

### **На выпрямителе ВДУ-504-1УЗ**

1. Убедиться в правильном присоединении сварочных кабелей. Для ручной дуговой сварки (а также 1-го диапазона жестких характеристик) используется левое минусовое гнездо 15 и крайнее правое плюсовое гнездо 15 (рис.1).

2. Переключатель диапазонов 3 (рис. 2) на боковой стенке выпрямителя поставить в соответствующее положение (ток до 250 А или больше).

3. Тумблер 5 (рис. 1) внешних характеристик повернуть направо (подающие характеристики).

4. Замкнуть рубильник, соединяющий выпрямитель с сетью.

5. Установить переключатель автоматического выключателя в положение «Включено». При этом засветится сигнальная лампочка 4 на лицевой панели.

6. Нажать на пусковую кнопку.

7. Переключатель места управления 3 повернуть вниз («местное управление»).

8. Рукоятку резистора 8 повернуть до цифры 3.

9. Повернуть переключатель 9 направо (местное включение сварочного тока).

10. Зажечь дугу и при установившемся режиме сварки отрегулировать сварочный ток, контролируя его значение по амперметру 6.

Заканчивать сварку в такой последовательности: Выключить выпрямитель кнопкой 13 «стоп».

Рукоятку автоматического выключателя выпрямителя поставить в положение «выключено».

Разомкнуть рубильник.

**Упражнение 2.** Зажигание (возбуждение) дуги способом чирканья. Зажать электрод в электрододержателе, приблизить его на расстояние 3-4 мм к поверхности пластины (свариваемого изделия), затем прямым движением электрода вдоль пластины чиркнуть по ее поверхности, т.е. коснуться поверхности пластины и быстро отвести электрод на 3-4 мм от пластины.

**Упражнение 3.** Зажигание дуги способом впритык

Опустить электрод вертикально на поверхность пластины так, чтобы он только коснулся ее и мгновенно отвести вверх на высоту 3-4 мм.

**Примечание 1.** Выполнение упражнений по зажиганию дуги следует начинать электрододержателем с вставленным в него электродом, но выключенным источником питания. Лишь после отработки умений точности движений электродом учебный мастер разрешает студентам выполнять упражнения в зажигании дуги с включенным в сеть источником питания.

**Примечание 2.** Чтобы облегчить зажигание дуги сначала требуется установить повышенное значение тока. Научившись зажигать дугу на 5-8 электродах, необходимо постепенно уменьшить сварочный ток, доведя значение его до расчетного (например, 40 А на 1 мм дэ).

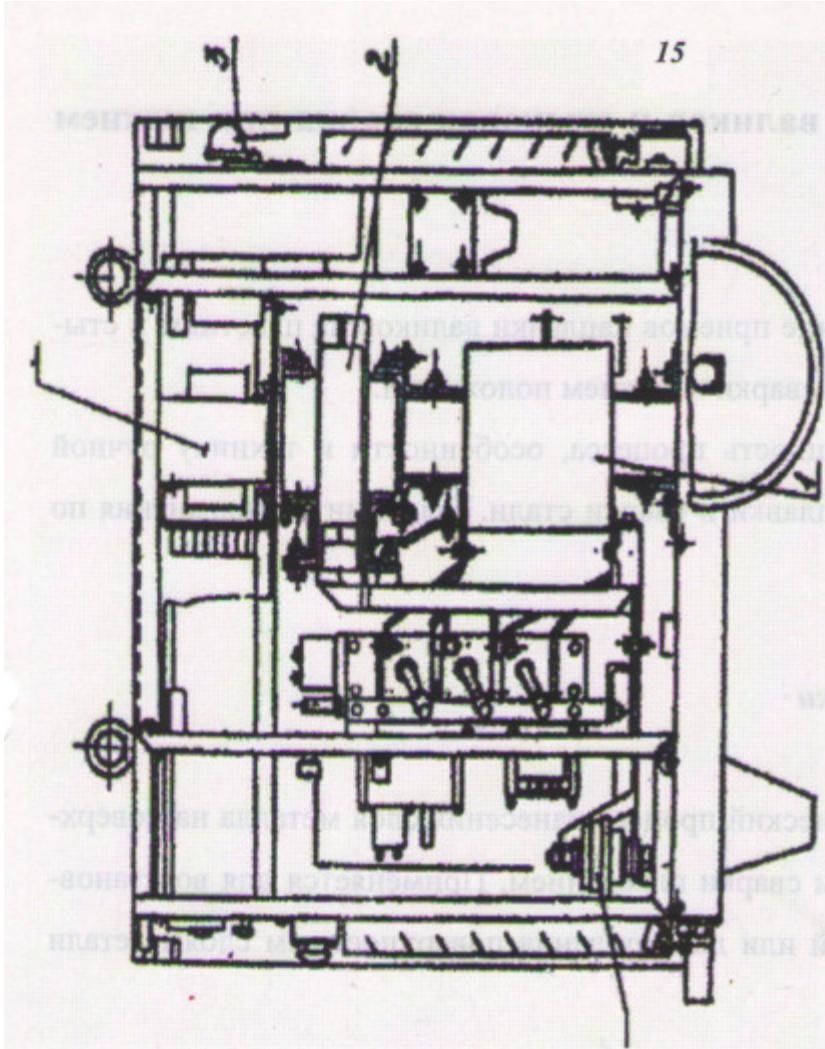


Рис 2. Вид выпрямителя сбоку:

- 1 – силовой трансформатор;
- 2 – уравнительный реактор;
- 3 – переключатель диапазонов сварочного тока;
- 4 – трансформатор питания полуавтомата и подогрева газа;
- 5 – магнитный усилитель

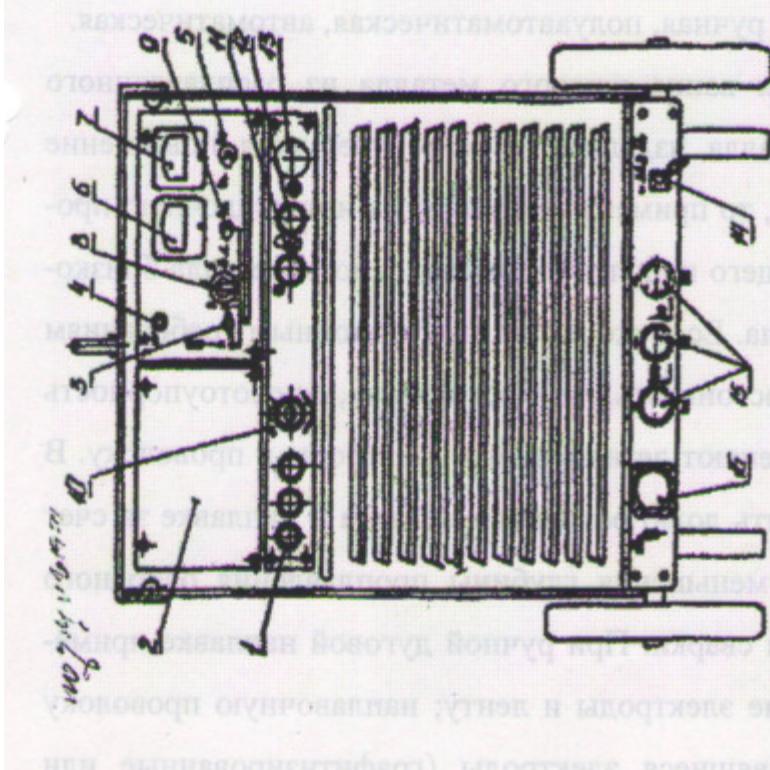


Рис 1. Общий вид выпрямителя ВДУ-504-1YU

## **Тема 3. Наплавка валиков истыковая сварка при нижнем положении пластин**

**Цель занятия.** Освоение приемов наплавки валиков на пластины истыковой сварки в нижнем положении.

**Задание.** Уяснить сущность процесса, особенности и технику ручной дуговой наплавки и сварки стали. Выполнить упражнения по заданию.

### **1. Сущность наплавки**

Наплавка - технологический процесс нанесения слоя металла на поверхность изделия посредством сварки плавлением. Применяется для восстановления изношенных деталей или для придания поверхностным слоям детали особых свойств.

Наплавка бывает дуговая, газовая, плазменная, индукционная и других видов.

По степени механизации: ручная, полуавтоматическая, автоматическая.

При наплавке образуется ванна жидкого металла из расплавленного электродного металла и металла изделия. Если не требуется повышение свойств в наращиваемом слое, то применяют электроды и присадочную проволоку состава, обеспечивающего получение наплавленного металла близкого к составу основного металла. Если же по эксплуатационным требованиям необходимо повысить износостойкость, термостойкость, кислотоупорность или другие свойства, то применяют легированные электроды и проволоку. В таком случае стремятся снизить долю основного металла в наплавке за счет повышенного легирования, уменьшения глубины проплавления основного металла, уменьшения энергии сварки. При ручной дуговой наплавке применяют плавящиеся специальные электроды и ленту; наплавочную проволоку (с защитой аргоном); неплавящиеся электроды (графитизированные или

угольные) для наплавки порошкообразными металлическими смесями; порошковую проволоку и электроды из литых твердых сплавов.

## **2. Ручная дуговая наплавка. Особенности технологического процесса**

Основные параметры режима наплавки: сила тока, напряжение на дуге и скорость наплавки. Тип электрода выбирают в зависимости от состава металла, который необходимо наплавить. Диаметр электрода определяют по известной формуле в зависимости от толщины изделия с учетом пространственного положения обрабатываемой поверхности.

ГОСТ 10051 - 75 предусматривает 44 типа специальных наплавочных электродов, обеспечивающих определенный состав и твердость наплавленного металла. Кроме того, электроды разделяются по назначению. Например, наплавку изношенных осей, валов и других деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок выполняют электродами Э-10Г2 марки ОЗН-250У или Э-15Г5 марки ОЗН-400У. Первый из них даст металл с содержанием углерода около 0,1% и марганца около 2%, второй - углерода 0,15% и марганца 5%, твердость металла, наплавленного первым электродом не ниже 25, а второго - 40 HRC. Для наплавки металлорежущего инструмента применяют электроды типа Э-80В18Х4Ф и другие.

Ручную наплавку выполняют обычно электродами диаметром 4-5 мм. Для уменьшения доли основного металла в наплавленном работают на постоянном токе обратной полярности, стремятся минимизировать и ток и напряжение дуги (160-250 А, 20-26 В). Для уменьшения глубины проплавления изделия электрод наклоняют в сторону, обратную направлению наплавки, поддерживают короткую дугу.

При наплавке получают ниточный (узкий) валик за счет перемещения электрода в двух направлениях: вниз, по мере его расплавления и вдоль линии шва; а также широкий валик, если дополнительно колеблют электрод поперек оси шва. Скорость движения вдоль шва: высокая ведет к непровару

основного металла, низкая - к образованию широкого, усиленного шва, перегреву металла и снижению производительности. Однослойная наплавка, выполненная ниточным валиком на пониженном тепловом режиме (при малых J<sub>CB</sub>, 11д), характеризуется долей основного металла в шве на уровне 0,3-0,45. Наплавка широким валиком уменьшит эту долю до 0,25. Дальнейшее снижение указанного показателя обеспечивает наплавка в 2-3 слоя.

В зависимости от положения электрода (рис.3) различают виды наплавки: вертикальным электродом и наклонным - «углом назад» (электрод наклонен по направлению основного движения - вдоль шва) или «углом вперед» (наклон электрода в противоположную сторону).

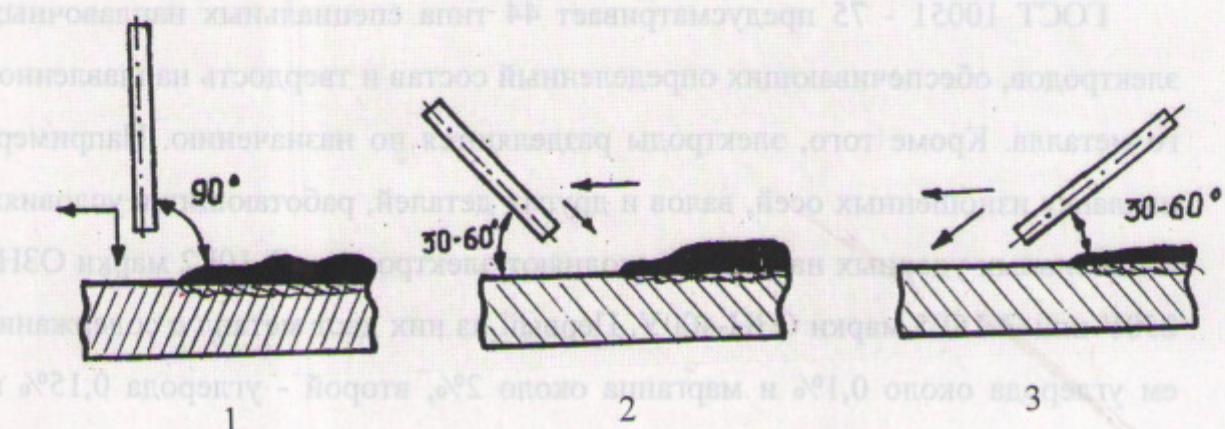


Рис 3. Положение электрода при сварке и наплавке:

1 – вертикальное;

2 – углом назад;

3 – углом вперед

### 3. Практические упражнения

*Упражнение 1.* Наплавить на пластину ниточный валик вертикально

расположенным электродом. Пластина должна быть тщательно очищена механическим способом. Упражнение надо выполнять на предельно короткой дуге так, чтобы шлак не затекал вперед, а располагался за дугой и не смешивался с расплавленным металлом.

**Упражнение 2.** Наплавить на пластину ниточный валик электродом, расположенным углом назад

Упражнение выполняется при форсированных режимах сварки - при увеличенной скорости перемещения электрода и силе сварочного тока, большей по сравнению с установленной раньше на 10-15%. Сварка углом назад позволяет получить шов более высокого качества по сравнению со сваркой вертикально расположенным электродом или углом вперед.

**Упражнение 3.** Наплавить на пластину ниточный валик электродом, расположенным углом вперед

При наплавке валика углом наклона электрода вперед на 30°-60° по отношению к пластине обеспечивают повышенную чистоту сварочной ванны. При таком наклоне электрода шлак под давлением сварочной дуги уходит в тыльную часть сварочной дуги. Чистоту сварочной ванны можно регулировать также изменением длины дуги. Этот способ особенно часто применяется при сварке тонкого металла.

**Упражнение 4.** Наплавить широкий валик вертикально расположенным электродом

При движении электрода поперек шва (колебании электрода) необходимо поддерживать длину дуги постоянной и следить за тем, чтобы ширина валика по всей его длине была одинаковой. В процессе наложения широкого валика каждая последующая порция расплавленного металла должна хорошо сплавляться с предыдущей, в этом случае качество шва будет высоким. Хорошее сплавление достигается правильным подбором силы сварочного тока, применением хорошо прокаленных электродов, имеющих равномерное по толщине покрытие.

Поперечные движения электрода, а также перемещение его вдоль пластины должны осуществляться с постоянной скоростью. Хорошее качество шва достигается при полном и равномерном покрытии шва шлаком и отсут-

ствии шлака между валиками. При выполнении таких швов тщательно следят за тем, чтобы не было зашлаковывания металла. Зашлаковывание расплавленного металла сварочной ванны устраниют изменением длины сварочной дуги и угла наклона электрода к поверхности пластины.

Кратер заваривают путем кратковременных прерываний горения сварочной дуги, в результате чего электродный металл малыми порциями переходит в картер и заполняет его.

*Упражнение 5. Многослойная наплавка валиков на пластину.* Первый валик надо наплавлять ниточным швом вертикально расположенным электродом, расположенным углом назад или вперед. Последующие валики накладываются вертикально расположенным электродом (углом назад или вперед). Каждый слой валиков нужно тщательно защищать от шлака, брызг, окалины стальной щеткой. Второй слой валиков накладывается перпендикулярно первому слою. Наплавку можно осуществлять и широкими валиками. При этом каждый предыдущий валик должен перекрываться следующим на одну треть своей ширины. Это обеспечивает хорошее сплавление валика с основным металлом и с ранее наложенным валиком, создает прочный монолитный слой. Критериями оценки упражнений является качество их выполнения: наплавленные валики не должны иметь пор, шлаковых включений, валики должны быть прямыми, иметь хорошо заваренные кратеры и заданные размеры, которые определяют измерительной линейкой и шаблонами.

#### *4. Стыковая электросварка при нижнем положении пластин*

##### **4.1. Технологические особенности процесса сварки стальных изделий**

Организация рабочего места, правила техники безопасности, подготовка пластин и сварочных материалов остаются прежними.

Геометрическая форма свариваемых кромок и швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 5264-80.

Короткие (до 300 мм) швы выполняют напроход; средние - от середины к краям; длинные (более 1 метра) - обратноступенчатым способом, предварительно сделав прихватки - сварные точки. Расстояние между ними 100-200 мм, длина прихватки 10-20 мм, высота - на уровне свариваемых пластин. Прихватки должны провариваться качественно, как и шов, а при прокладке последнего - хорошо переплавляться.

В процессе сварки электроду придают движение в трех направлениях: вдоль его оси к ванне, поперек и вдоль шва. Сварку ниточным швом (без поперечных колебаний) выполняют редко. Наилучшее качество шва обеспечивается при его ширине  $e=2,5 \cdot d_e$ . Длина дуги составляет 0,5-1,1 диаметра электрода.

Угол наклона электрода к изделию влияет существенно на качество наплавленного металла. Обычно электрод наклоняют на 15-20° от вертикали в сторону движения.

Допускается не заваривать кратер и выводить его на основной металл только при сварке низкоуглеродистых сталей. При окончании сварки углеродистых и легированных сталей электрод держат неподвижно до заварки кратера, а затем гасят дугу.

Основной причиной возникновения дефектов являются нарушения технологии и техники сварки. Шлаковые включения образуются из-за плохой зачистки кромок, неодинаковой толщины покрытия электродов, нарушения процесса сварки. Из-за значительных сварочных напряжений образуются трещины по шву и в околошовной зоне. Поры в швах возникают вследствие попадания в ванну окалины, ржавчины и водяных паров от покрытия недостаточно просушенных электродов.

#### 4.2. Упражнения по сварке

**Упражнение 1.** Выполнение стыкового соединения без зазора, скоса кромок и смещения кромок односторонним швом вертикально расположенным электродом

Такие соединения при изготовлении промышленной продукции встречаются очень часто. При выполнении упражнения надо внимательно следить за тем, чтобы наплавляемый металл не стекал на одну из пластин, и середина сварного шва располагалась точно на стыке свариваемых пластин, при этом конструктивные размеры сварного шва не должны превышать норм, которые предусмотрены по ГОСТу 5264-80. При наложении шва необходимо следить за равномерностью проплавления свариваемых кромок и чистотой сварочной ванны.

**Упражнение 2.** Выполнение стыковых соединений с зазорами и без скоса кромок односторонним швом при различном положении электрода (вертикальном, углом назад, углом вперед)

Эти упражнения позволяют студентам приобрести навык сварки стыковых соединений, имеющих зазор до 3 мм. При выполнении этих упражнений надо следить, чтобы не образовывался прожог металла в корне шва и не было наплыва расплавленного металла на «холодный» участок кромки. Для этого надо замедлять движение электрода на кромках пластин, а зазор между кромками (корень шва) проходить быстрее.

Конструктивные элементы сварного соединения должны соответствовать ГОСТ 5264-80. Для определения размеров швов следует пользоваться миллиметровой линейкой и шаблонами. При выявлении незаваренных кратеров, наружных трещин и несоответствия конструктивных элементов сварного шва применяют оптические приборы (лупы) с увеличением не более 10x.

## Тема 4. Газовая сварка

### 1. Общие сведения

Газовая сварка - технологический процесс соединения металлических заготовок за счет плавления их кромок высокотемпературным газовым пламенем.

Газокислородное пламя обеспечивает меньшую интенсивность нагрева, чем электрическая дуга.

Недостатками газовой сварки являются пониженная производительность и широкая зона нагрева металла. Однако управлять процессом легче, чем при электросварке; оборудование не сложное и не дорогое; не требуется электроэнергия.

Область применения:

- изготовление изделий из тонкого листа, труб из низкоуглеродистой и низколегированной стали;
- сварка чугуна, бронзы и других сплавов цветных металлов;
- наплавочные работы;
- ремонтные работы при сварке тонкостенных изделий (от 0,2 до 5 мм).

### 2. Материалы для газовой сварки

#### 2.1. Горючие газы

Основные свойства газов приведены в таблице 1. Наиболее высокую температуру плавления (до 3200°C) дает ацетилен. Это обеспечивает высокое качество и наибольшую производительность обработки.

Ацетилен ( $C_2H_2$ ) получают из карбида кальция или из природного газа, нефти, угля. При нормальных условиях ацетилен - бесцветный газ с резким чесночным запахом, обусловленным наличием в нем примесей сероводорода,

Таблица 1. Основные свойства горючих газов и жидкостей

Наименование газа	Низшая теплотворная способность, ккал/м <sup>3</sup>	Температура пламени в смеси с кислородом, °С	Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент замены ацетилена	Количество кислорода на м <sup>3</sup> газа	Область применения
Ацетилен	12600	3100-3200	1,09	1,0	1,0-1,3	Все виды газопламенной обработки
Водород	2400	2400-2600	0,08	5,2	0,3-0,4	Для сварки сталей при S до 2 мм; чугуна, алюминия, латуни
Метан	8000	2400-2700	0,67	1,6	1,5-1,8	Сварка легкоплавких металлов, пайка, резка
Пропан-бутан	22200	2500-2700 **	1,87	0,6	3,5	Кислородная резка, сварка и пайка цветных металлов, сварка стали S до 6 мм
Бензин *	10500	2400-2500	0,73	1,2	2,6 м <sup>3</sup> /кг	Кислородная резка стали, сварка и пайка легкоплавких металлов
Керосин *	10100	2400	0,83	1,3	2,55 м <sup>3</sup> /кг	Кислородная резка стали, сварка и пайка легкоплавких металлов

\* - Пары

\*\* - При подогреве пламени

аммиака и др. Ацетилен с воздухом образует взрывоопасные смеси, с медью образует взрывоопасные соединения. Поэтому материал соответствующего оборудования (арматуры) не содержит более 70% меди.

### 2.2. Пропан-бутановые смеси

В холодное время года в смеси 75-80% пропана, остальное - бутан, летний газ состоит из равного количества этих газов. При нормальных условиях эти смеси - бесцветный газ с небольшой добавкой сильно пахнущего вещества. С понижением температуры и повышением давления смесь превращается в жидкость. К месту сварки смесь поставляют в жидким виде в баллонах под давлением 1,6 МПа.

Пропан и бутан получают из нефти, а также как побочный продукт при сжигании природного газа. Все газы заменители ацетилена и пары горючих жидкостей дешевле и менее дефицитны, чем ацетилен.

### 2.3. Кислород

Для газовой сварки применяют технически чистый кислород чистотой от 99,7% (1 сорт) до 99,2% (3 сорт), т.е. с примесями азота и аргона до 0,8%.

Получают кислород электролизом воды или путем сжижения воздуха при низкой температуре и последующей ректификации - разделения. При испарении в газообразную фазу сначала переходит азот (при минус 196°C) и жидкость обогащается кислородом, а затем и кислород (минус 183°C). Его подают в газгольдер, а из него заполняют баллоны под давлением 15-16,5 МПа.

### 2.4. Флюсы

В процессе сварки металлов и сплавов образуются тугоплавкие окислы. Для их удаления и защиты шва от окисления применяют флюсы - специальные порошки или пасты. Их наносят заранее на свариваемые кромки и присадочные прутки, либо вносят в ванну при сварке.

Таблица 2. Некоторые флюсы, применяемые при газовой сварке

Свариваемые металлы и сплавы	Флюсы
Стали среднеуглеродистые (C%~0,25-0,60)	Бура ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ )
Чугуны	Бура (50%) и $\text{Na}_2\text{CO}_3$ (50%) или др.
Медь и ее сплавы	Бура, борная кислота и другие
Алюминий и его сплавы	АФ-4А на основе фтористых соединений и другие.

Сведения об оборудовании для газовой сварки изложены в специальной литературе /1, 2, 5/, а также в работе № 5 лабораторного практикума /3/.

### 3. Газосварочное пламя

В зависимости от соотношения количества кислорода и ацетилена различают три вида пламени (рис. 4):

- нормальное или восстановительное - при небольшом избытке кислорода (1,1-1,2);
- окислительное, с избытком кислорода (1,3-1,5);
- науглероживающее, при соотношении газов 0,8-1,0 (с избытком ацетилена).

Для получения нормального пламени отношение доли кислорода к общему природного газа 1,5-1,6, а пропана - 3,5.

#### 3.1. Строение пламени

Первая зона нормального пламени - ядро - ярко светящийся четко очерченный закругленный цилиндр или конус. Свечение вызывают раскалившиеся частицы углерода.

Вторая зона - восстановительная. Она темнее ядра, длиной до 20 мм. В этой зоне, в 2-6 мм от ядра максимальная температура пламени (рис. 5). Нормальное пламя способствует раскислению металла сварочной ванны. Приме-

няют для сварки низкоуглеродистых сталей, алюминия, меди и бронзы. Восстановительный характер составу зоны придают водород и окись углерода.

Третья зона - *факел*. Газообразные продукты этой зоны: углекислый газ, пары воды имеют *окислительную способность*.

Нормальное пламя способствует раскислению металла сварочной ванны. Применяют для сварки низкоуглеродистых сталей, алюминия, меди, бронзы.

Окислительное пламя имеет укороченное, заостренное ядро с нечетким очертанием. Окраска пламени голубоватая, температура повышенная. Применяют для сварки латуни, образующей тугоплавкий оксид цинка.

Науглероживающее пламя: удлиненное ядро с менее четким очертанием и зеленоватым венчиком. Восстановительная зона почти сливается с ядром, пламя имеет желтый цвет и удлиненный коптящий факел. Применяется для сварки чугуна и наплавки твердых сплавов.

#### **4. Техника газовой сварки**

Прежде всего, выбирают горелку, определив мощность пламени в зависимости от материала изделия и его толщины. Так, для низкоуглеродистой стали на каждый миллиметр толщины требуется: при левом способе сварки • 100-130, при правом 120-150 л ацетилена в час. Определив расход газа для свариваемых заготовок, можно найти № наконечника, например, по рис. 5.

Диаметр присадочной проволоки определяют по формулам:

$$d = 0,5(8 + 1), \text{ для левого способа сварки,}$$

$$d = 0,5S, \text{ для правого способа сварки,}$$

где S - толщина стали, S от 2 мм.

Левый способ (рис. 6) применяют при сварке тонких изделий и легко-плавких металлов. Он производительнее правого при S<3 мм.

Правый способ обеспечивает лучшую защиту сварочной ванны от атмосферы и замедленное охлаждение шва и, следовательно, повышенное качество. Производительность сварки на 20-25% выше, а расход газов и металла меньше, т.к. угол разделки кромок  $\alpha=60-70^\circ$ , а при левом способе  $\alpha=90^\circ$ .

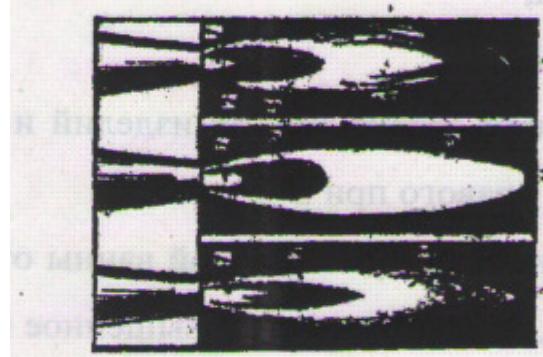


Рис. 4. Виды сварочного пламени.

а-окислительное, б-нормальное, в-науглероживающее,  
1-ядро, 2-восстановительная зона, 3-факел

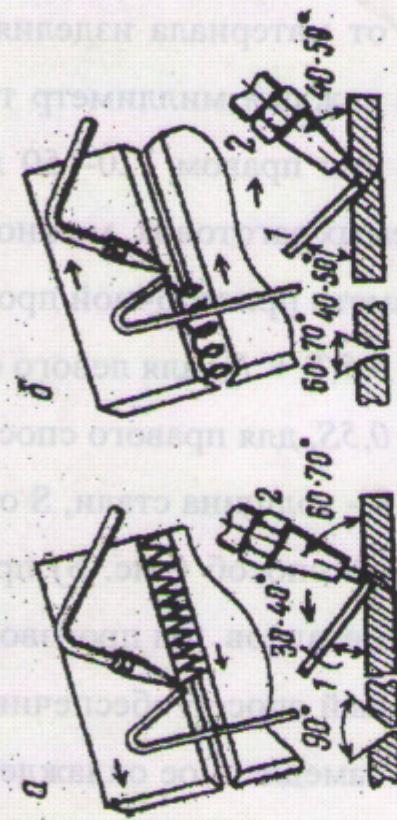


Рис. 6 Левая (а) и правая (б) газовая

сварка:  
1. — присадочный пруток; 2 — горелка.

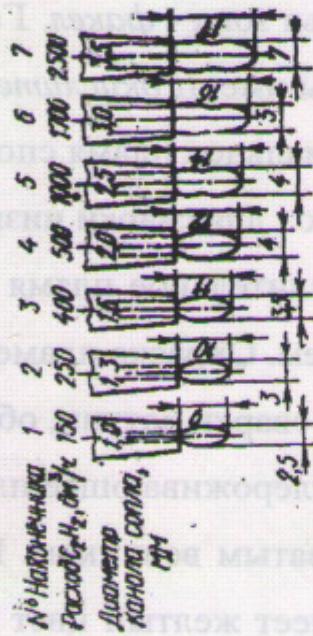
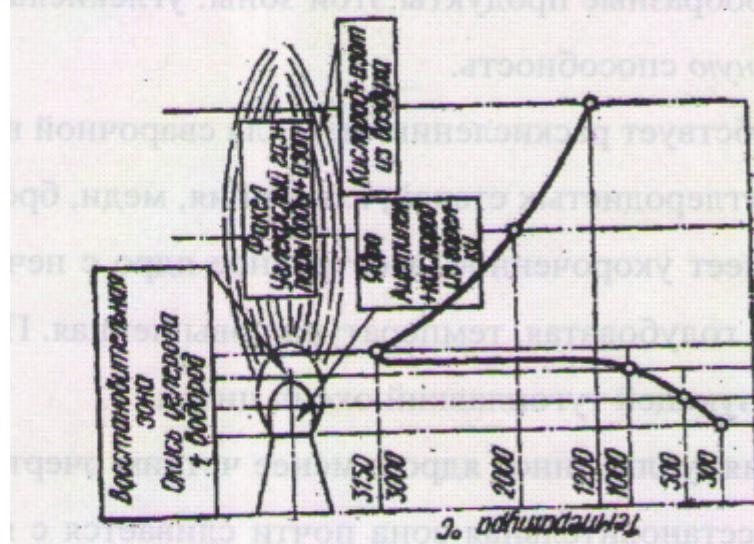


Рис. 5 Строение пламени, распределение температуры  
и размеры ядра для разных наконечников

Таблица 3. Параметры кромок стыковых швов при газовой сварке

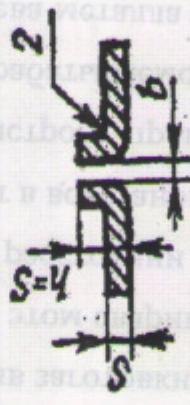
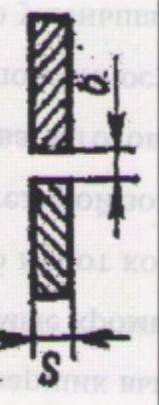
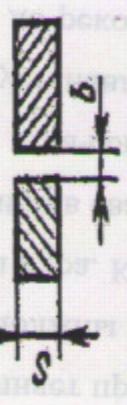
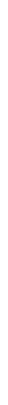
Толщина металла, мм	Наименование шва	Поперечное сечение шва	$b$ , мм	$C_s$ , мм
0,5-2	С отбор-твокой кромок		0-1	
			0,5-2	
1-5	Без скоса кромок		1-2	
			2,4	1,5-3
3-5	С V-образным скосом кромок		3,5	
			2-4	2-4
6-15	С X-образным скосом кромок		3,5-4,5°	
			2-4	2-4
15-25				

Рис. 7. Угол наклона мундштука

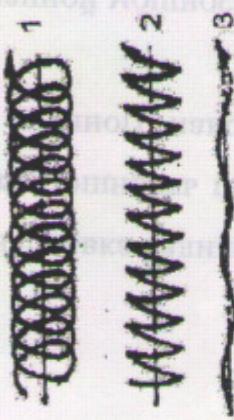
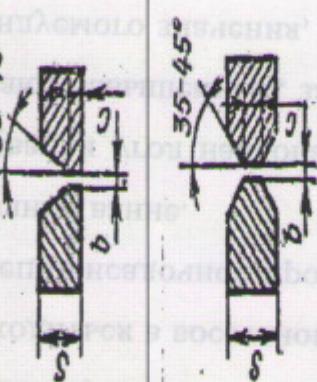


Рис. 8. Схемы колебательных движений мундштука:  
1 – по спирали; 2 – полумесяцем; 3 – с небольшими поперечными колебаниями



Правый способ применяют при  $S > 5$  мм и при сварке металлов с большой теплопроводностью.

Перед сваркой кромки заготовок очищают и придают им нужную геометрическую форму (таблица 3).

Параметры сварочного пламени устанавливает сварщик на глаз.

Закрепив заготовки, сварщик выполняет прихватки, а затем прокладывает шов. При этом свариваемые кромки должны находиться в восстановительной зоне на расстоянии 2-6 мм от конца ядра. Конец присадочной проволоки располагают в восстановительной зоне или в сварочной ванне.

Для быстрого прогрева заготовки в начале сварки угол наклона мундштука к обрабатываемой поверхности устанавливают завышенный, затем по мере прогрева металла его уменьшают до рекомендуемого значения, указанного на рис. 7.

Рукоятку горелки располагают вдоль оси шва или перпендикулярно к ней (как удобнее). Мундштук равномерно перемещают вдоль оси шва и при сварке тонких листов выполняют небольшие поперечные отклонения (рис. 8.3.), а при сварке металла средней толщины выполняют поперечные отклонения по спирали или полумесяцем (рис. 8.2 и 8.1), а при сварке тонких листов – небольшие поперечные колебания (рис. 8.3)

## 5. Практические упражнения

### Упражнение 1. Зажигание горелки и наплавка валиков

1. Рассчитать для имеющихся пластин мощность пламени для левого и правого способов сварки; выбрать номер сменного наконечника; рассчитать диаметр присадочной проволоки.

2. Зажечь и отрегулировать пламя заданной мощности. Для этого:

- полностью открыть кислородный вентиль горелки;
- установить рабочее давление кислорода на редукторе;
- закрыть кислородный вентиль;

- открыть на  $\frac{1}{4}$  оборота кислородный и на полоборота вентиль горючего газа и сразу зажечь горючую смесь;
  - полностью открыть кислородный вентиль и отрегулировать газовым вентилем «нормальное» пламя (ядро правильной конусной формы).
3. Очистить пластины пламенем горелки.
  4. Наплавить валик левым способом.
  5. Наплавить валик правым способом.

### *Упражнение 2. Сварка стальных пластинстык*

1. Подготовить кромки пластин для стыковой сварки в соответствии с требованиями таблицы 3.
2. Выполнить пункты 1 и 2 упражнения 1.
3. Очистить кромки пламенем горелки.
4. Прихватить пластины по краям.
5. Сварить пластины с учетом требований, изложенных в пункте «техника сварки».

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРНЫХ ШВОВ И СОЕДИНЕНИЙ**

Сварные швы делят по следующим признакам

По расположению относительно действующего на шов усилия (рис. П1.1):

- фланговые;
- лобовые;
- комбинированные;
- косые (расположены под углом 30-60° к направлению усилия). По положению в пространстве:
- нижние;
- горизонтальные (на вертикальной плоскости);
- вертикальные (на горизонтальной плоскости);
- потолочные.

При сварке труб различаютстыки при вертикальном и горизонтальном расположении оси, а также поворотные и неповоротные (в одной плоскости)стыки.

По типу усиления (по форме поперечного сечения):

- нормальные;
- усиленные;
- ослабленные швы.

По ширине:

- ниточные (выполняются без поперечных движений электрода;ширина шва  $e \approx 1,5d$  электрода);
- уширенные (получают при поперечном колебательном движении электродов, допускается  $e$  до 30 мм).

По количеству слоев:

- однослойные (однопроходные);
- многослойные;
- многопроходные.

По протяженности:

- сплошные;
- прерывистые.

По назначению:

- прочные;
- плотные;
- прочно-плотные.

Виды сварных соединений (определяются взаимным расположением свариваемых элементов):

- стыковые;
- угловые;
- тавровые;
- нахлесточные;
- торцовые (рис. П 1.2).

При газовой сварке в основном получают стыковые соединения. При этом металл толщиной до 2 мм соединяют без разделки кромок и без присадочного материала. Кромки заготовок толщиной от 5 мм разделяют. Нахлесточные соединения при газовой сварке рекомендуется выполнять при толщине металла до 3 мм, в более толстых соединениях возникают значительные напряжения, приводящие к деформациям.

Торцовые соединения из тонких заготовок выполняют газовой сваркой часто.

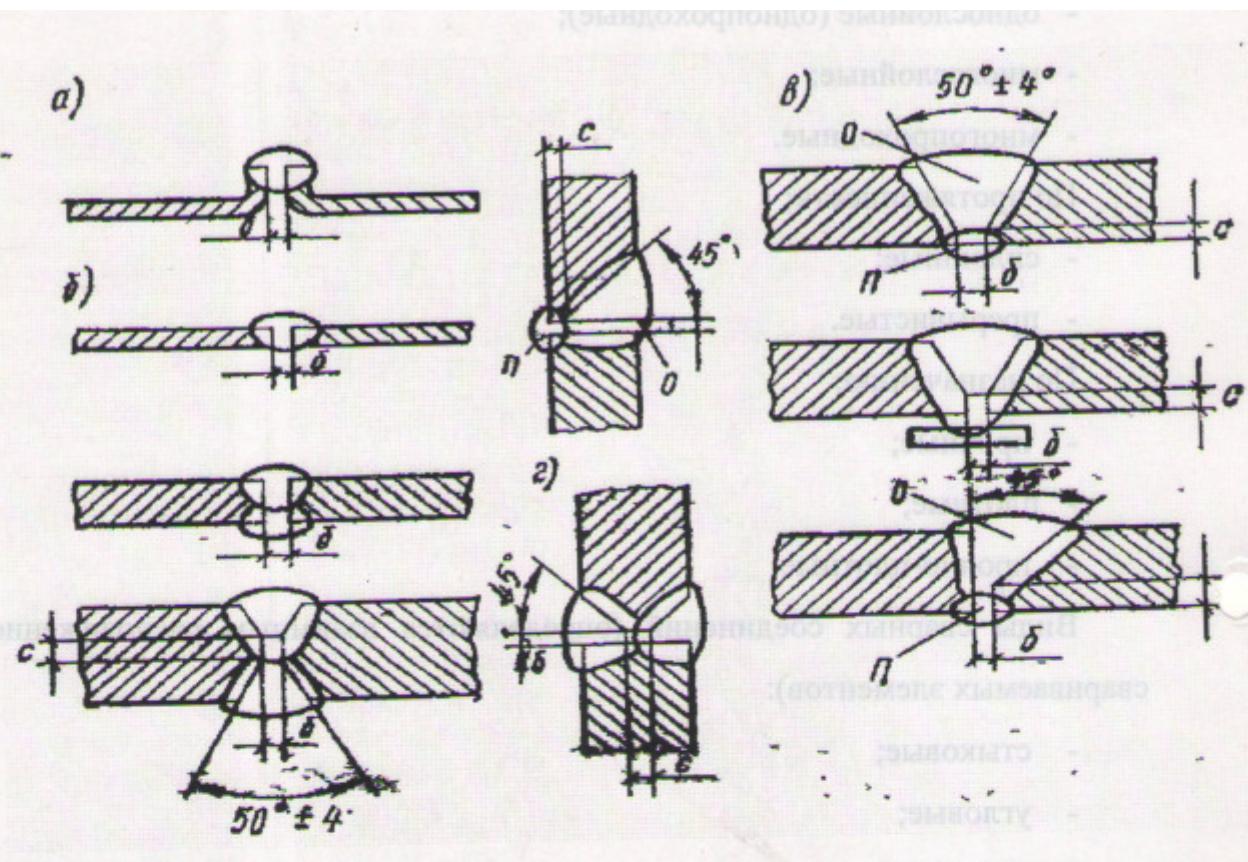


Рис. П 1.1. Стыковые соединения и швы:

а - с отбортовкой кромок; б - без скоса;

в - со скосом кромок; г - X-образные швы

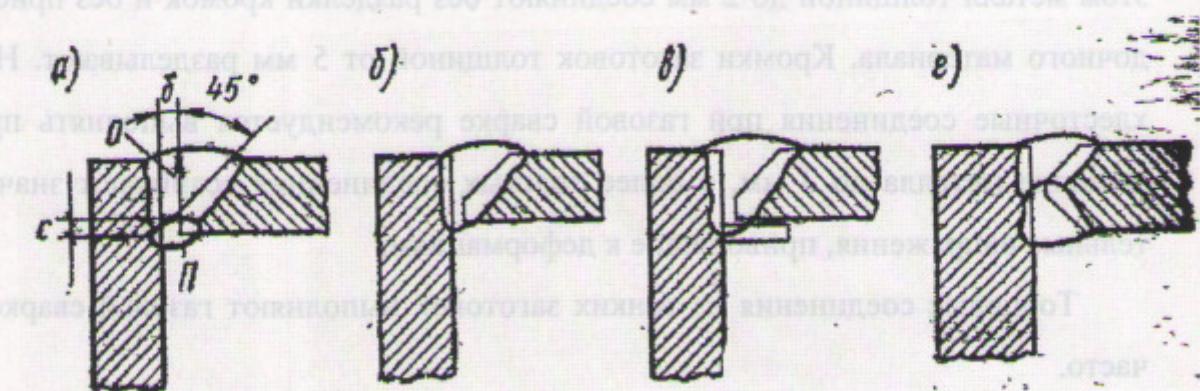


Рис. П 1.2. Схемы угловых соединений и швов:

а - с подварочным швом; б - V-образный шов;

в - со стальной подкладкой; г - с двухсторонней разделкой

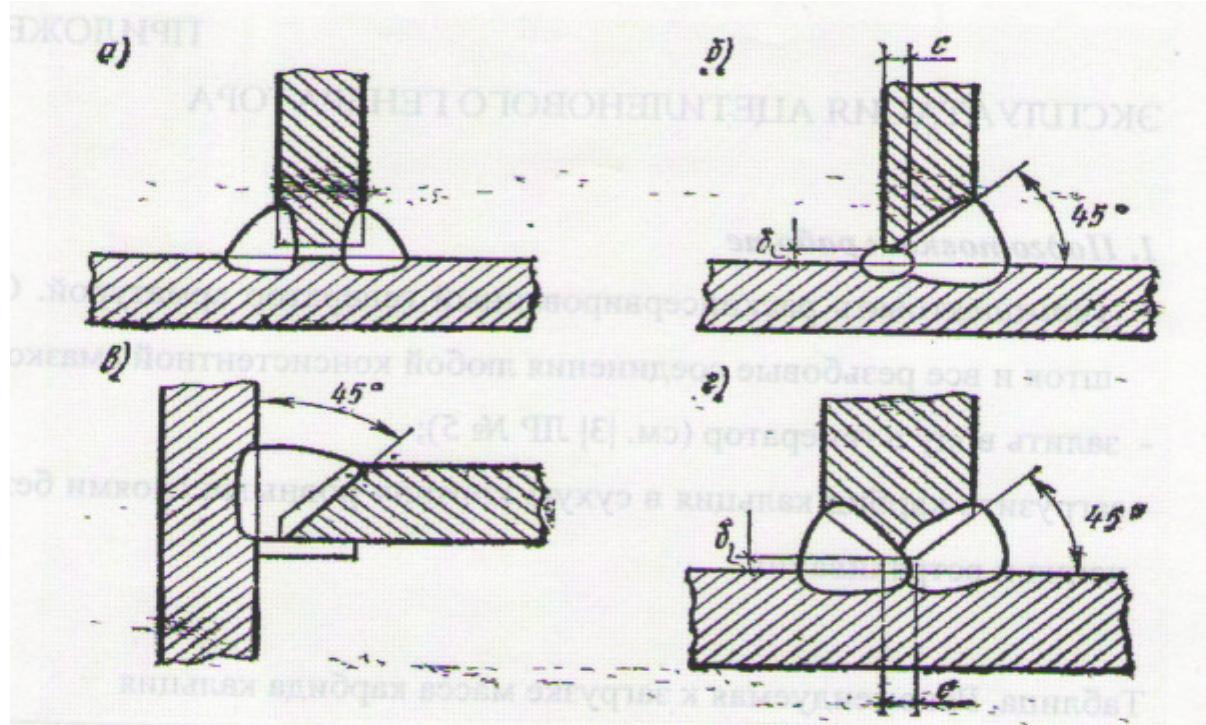


Рис. П 1.3. Тавровые соединения и швы:

а – при  $S=2\text{--}40$  мм; б – при  $S=3\text{--}60$  мм;

в – V-образный с подкладкой;

г – при  $S=8\text{--}400$  мм

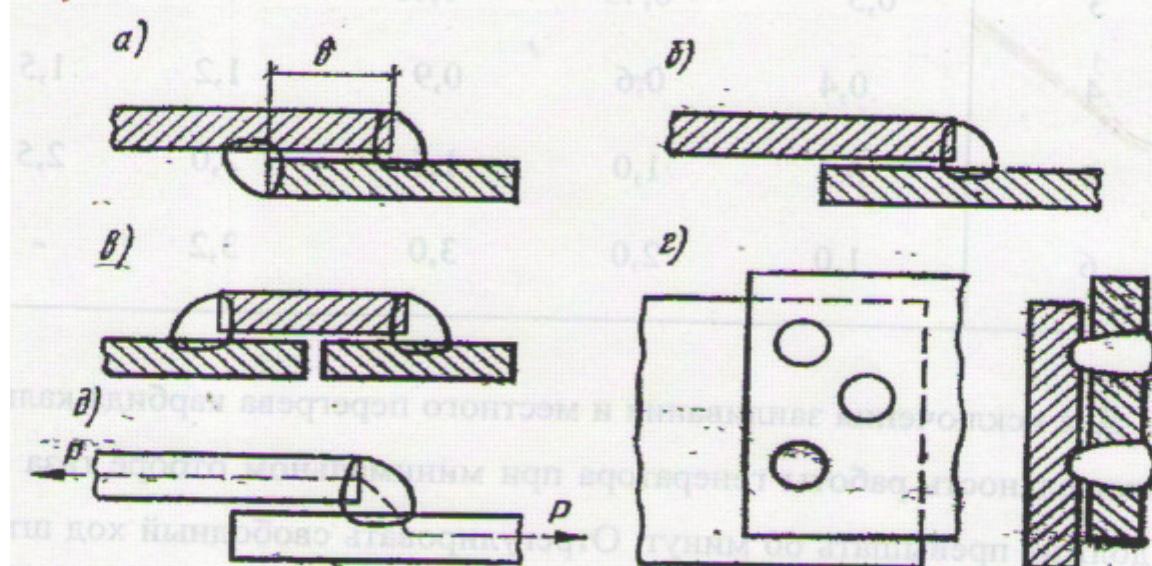


Рис. П 1.4. Нахлесточные соединения и швы:

а – с приваркой двух торцов;

б – с приваркой одного торца;

в – с накладкой; г – точечным швом;

д – схема растягивающих нагрузок

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ АЦЕТИЛЕНОВОГО ГЕНЕРАТОРА

#### 1. Подготовка к работе

- укомплектовать расконсервированный генератор арматурой. Смазать шток и все резьбовые соединения любой консистентной смазкой;
- залить воду в генератор (см. [3] ЛР № 5);
- загрузить карбид кальция в сухую корзину ровными слоями без уплотнения и встряхивания.

Таблица. Рекомендуемая к загрузке масса карбида кальция

№ наконечника горелки	Примерная масса карбида, кг, при продолжительности работы, мин					
	10	20	30	40	50	60
3	0,3	0,45	0,65	0,85	1,0	1,2
4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	-
5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	-
6	1,0	2,0	3,0	3,2	-	-

Для исключения заиливания и местного перегрева карбида кальция продолжительность работы генератора при минимальном отборе газа ( $0,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) не должна превышать 60 минут. Отрегулировать свободный ход штока регулировочной гайкой так, чтобы уровень первоначальной замочки был в пределах 15-25 мм при работе горелки.

## 2. Порядок работы

- подвесить загруженную корзину на коромысло;
- поднять шток в крышке, опустить корзину в горловину генератора и уплотнить винтом и траверсой;
- опустить шток с корзиной до упора;
- открыть вентиль 9 (рис. 1. /3/). Оттянуть рычаг клапана 11 (удалить прилипание мембранны) и отпустить его;
- продуть ацетиленом шланг и горелку (резак) в течение 0,5-1 мин;
- при работе контролировать давление в генераторе. При превышении 1,5 кгс/см<sup>2</sup>, если клапан не срабатывает, сбросить газ в атмосферу (до давления 1,40-1,45 кгс/см<sup>2</sup>) оттянув шток клапана. Не допускать разряжения в генераторе (из-за заиливания, зависания, выработки карбидда, при очень большом отборе ацетилена);
- при работе следить за выработкой карбида кальция в генераторе по времени отбора и расхода газа;
- перезарядить генератор после полного разложения карбида:
  - сбросить остаток ацетилена в атмосферу;
  - снять крышку, вынуть и промыть корзину, высушить ее без применения огня;
  - слить ил и воду из генератора;
  - промыть генератор;
  - залить снова воду, загрузить корзину и т.д.
- после окончания работы промыть корзину, все камеры генератора от ила, слить конденсат из шланга.

Генератор хранить с разгерметизированной горловиной и контрольно-сливными отверстиями.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** при перерывах в работе шток с корзиной устанавливать в крайнее верхнее положение.

### **3. Техническое обслуживание**

- не реже одного раза в три месяца проводите общий профилактический осмотр генератора, при этом, проверьте состояние сварных швов, степень коррозии стенок корпуса, состояние окраски, устраните неплотности разъемных соединений;
- не реже двух раз в месяц чистите и промывайте трубку 3, патрубок 4, а также контрольно-сливные штуцеры;
- регулярно проверяйте состояние корзины. Если прутки выгнуты, выпрямите их вручную по месту, сохраняя при этом одинаковое расстояние между ними;
- проверьте целостность и правильность установки уплотнительных прокладок;
- периодически чистите и смазывайте резьбовые соединения и рабочую поверхность штока;
- проверяйте герметичность разъемных соединений и устраняйте разуплотнения;
- не реже одного раза в год испытайте корпус генератора на прочность гидравлическим давлением 0,23 МПа ( $2,3 \text{ кгс}/\text{см}^2$ )

После испытания на прочность испытайте генератор на герметичность пневматическим давлением 0,15 МПа ( $1,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ).

### **МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

Во избежание аварий и взрыва необходимо обеспечить выполнение следующих требований.

1. Работающий генератор размещают только на открытом воздухе или под навесом.
2. Генератор должен быть установлен в вертикальное положение в таком месте, чтобы избежать возможности его падения от ударов, толчков.

3. Во время работы необходимо следить за давлением в генераторе, не допуская разряжения или повышения давления сверх допустимого.

4. Разгрузку генератора следует проводить только после полного разложения карбида кальция. Если необходимо вынуть корзину с неразложившимся карбидом кальция (произошло зависание или заиливание карбида кальция), то это может быть сделано только после охлаждения генератора в течение не менее одного часа и после снижения давления в генераторе до атмосферного.

5. После окончания работы генератор должен быть полностью разгружен (вынута корзина), слит ил из промывателя и газообразователя, все части генератора промыты водой и очищены от налета извести. Чистить от ила можно только скребками из неискрящего материала. Отогревать воду, замерзшую в генераторе, можно только горячей водой или паром.

6. Разгруженный генератор хранить в таком месте, где невозможно зажигание огня, подноска раскаленных и нагретых предметов и образование искр в радиусе 10 м, а также был бы невозможен доступ к генератору посторонних лиц.

### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

1. Встряхивать и качать работающий генератор.

2. Работа генератора около мест засасывания воздуха вентиляторами и компрессорами, в помещениях, где возможно выделение веществ, образующих с ацетиленом самовзрывающиеся смеси (например, хлора) или легковоспламеняющихся веществ (серы, фосфора и др.).

3. Разрешать кратковременную, разовую работу по обслуживанию генератора (заливку воды, переноску и др.) лицам, не допущенным к эксплуатации генератора.

4. Приступать к работе на неисправном генераторе или генераторе, имеющем неплотности.

3. Во время работы необходимо следить за давлением в генераторе, не допуская разряжения или повышения давления сверх допустимого.

4. Разгрузку генератора следует проводить только после полного разложения карбида кальция. Если необходимо вынуть корзину с неразложившимся карбидом кальция (произошло зависание или заиливание карбида кальция), то это может быть сделано только после охлаждения генератора в течение не менее одного часа и после снижения давления в генераторе до атмосферного.

5. После окончания работы генератор должен быть полностью разгружен (вынута корзина), слит ил из промывателя и газообразователя, все части генератора промыты водой и очищены от налета извести. Чистить от ила можно только скребками из неискрящего материала. Отогревать воду, замерзшую в генераторе, можно только горячей водой или паром.

6. Разгруженный генератор хранить в таком месте, где невозможно зажигание огня, подноска раскаленных и нагретых предметов и образование искр в радиусе 10 м, а также был бы невозможен доступ к генератору посторонних лиц.

### **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**

1. Встряхивать и качать работающий генератор.

2. Работа генератора около мест засасывания воздуха вентиляторами и компрессорами, в помещениях, где возможно выделение веществ, образующих с ацетиленом самовзрывающиеся смеси (например, хлора) или легковоспламеняющихся веществ (серы, фосфора и др.).

3. Разрешать кратковременную, разовую работу по обслуживанию генератора (заливку воды, переноску и др.) лицам, не допущенным к эксплуатации генератора.

4. Приступать к работе на неисправном генераторе или генераторе, имеющем неплотности.

5. Повторно использовать воду после переработки полной загрузки карбода кальция; повторное использование воды способствует заиливанию и перегреву, что может привести к аварии.
  6. Эксплуатировать генератор без защитного устройства, клапана предохранительного, манометра.
  7. Оставлять загруженный генератор (во время работы или при перерывах в отборе газа) без надзора.
  8. Работать от одного генератора двум или более сварщикам (резчикам).
  9. Применять металлический инструмент с острыми кромками для выталкивания клапана из седла в защитном устройстве.
  10. Разбирать и собирать защитное устройство без последующей его проверки на герметичность, сопротивление потоку газа, обратный переход газа и способность задерживать детонационное горение ацетилено-кислородной смеси.

Защитное устройство (без вентиля) после четырех срабатываний на задержание детонационного горения ацетилено-кислородной смеси заменить на новое.

Генератор должен быть зарегистрирован на предприятии, где будет проводиться его эксплуатация.

Периодический осмотр генератора должен проводиться технической администрацией предприятия не реже одного раза в год. О результатах осмотра должна быть сделана запись в паспорте генератора.

Если при очередном осмотре генератора и защитного устройства обнаружатся неисправности, угрожающие непосредственной опасностью, то дальнейшая эксплуатация его должна быть ЗАПРЕЩЕНА.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### *Инструкция для студентов, проходящих учебную практику по ТКМ*

#### **1. Требования общего характера**

*Студент должен:*

- знать содержание технологического процесса и последовательность операций, выполняемых им лично;
- знать назначение, устройство и характеристики оборудования, инструментов и приборов;
- знать и строго выполнять меры безопасной работы;
- работать только с использованием защитных средств и в рабочей одежде.

#### **2. Обязанности студента**

*до начала работы*

- изучить методические указания и соответствующие инструкции.
- получить инструктаж и уяснить задание.
- рационально разместить инструмент, приспособления, материалы.
- подготовить к работе оборудование.
- убедиться в исправности оборудования и рабочего инструмента.

*во время работы*

- выполнять только полученную работу.
- быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других.
- действовать обдуманно и предусмотрительно.
- поддерживать порядок на рабочем месте.
- на перерыв в работе выключать оборудование.
- при обнаружении неисправности, возникновении нештатной ситуации принять соответствующие меры.

*по окончании работы*

- выключить оборудование и выполнить необходимые операции технического обслуживания.
- предъявить лаборанту изготовленные изделия.
- устранить замеченные нарушения.
- убрать инструмент и приспособления.
- навести порядок на рабочем месте.

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИКЕ В ЛИТЕЙНОЙ МАСТЕРСКОЙ

## 1. Введение

Изготовление деталей машин способом литья называется **ЛИТЕЙНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ**, а изделия, полученные этим способом, называются **ОТЛИВКАМИ**. В процессе литейного производства отливки получаются путем залавки расплавленного металла в заранее приготовленные **ФОРМЫ**, где он затвердевает.

При ручной формовке литейные формы изготавливают из специальных **ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ** в металлических рамках, называемых **ОПОКАМИ**. Полость формы, в виде отпечатка будущей отливки, получается с помощью **ДЕРЕВЯННОЙ** или **МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**. Внутреннюю полость отливки получают с помощью **СТЕРЖНЯ**, устанавливаемого в форму. Стержень изготавливают из специальной **СТЕРЖНЕВОЙ СМЕСИ**, набиваемой в **СТЕРЖНЕВОЙ ЯЩИК**. Жидкий металл заполняет полость формы, протекая по каналам **ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ**. После затвердевания отливка удаляется из формы, для чего последняя разрушается, такие литейные формы называются **РАЗОВЫМИ**. Более совершенным является способ получения отливок в постоянных металлических формах – **КОКИЛЯХ**. Применяя способы ручной формовки и кокильного литья, изготавливают отливки практически любых конфигураций, веса и размеров.

## 2. Формовочные материалы, оснастка и инструмент

Наиболее широкое распространение в литейном производстве получили **ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫЕ ФОРМОВОЧНЫЕ СМЕСИ**, состоящие из песка, глины и разнообразных добавок – связующих, противопригарных и др. По характеру использования формовочные смеси делят на облицовочные, наполнительные и единые.

Облицовочной смесью заполняют ту часть формы, которая соприкасается с жидким металлом. Поэтому в ее состав вводится значительное количество свежих материалов, для придания высокий свойств.

Наполнительная смесь насыпается на слой облицовочной смеси и ею заполняется вся форма. Она готовится из отработанной смеси, выбитой из опок.

Единой смесью набивают всю форму при машинной формовке.

Формовочная смесь обладает необходимой прочностью в уплотненном виде. При формовке смесь уплотняют в специальных металлических ящиках, называемых **ОПОКАМИ** (рис. 1).

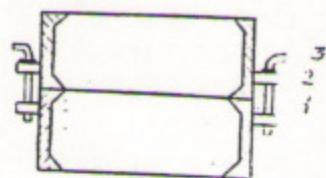


Рис.1. Опока

Для ручной формовки мелкого литья применяют цельнолитые чугунные или алюминиевые опоки. В зависимости от очертаний отливок они могут быть прямоугольными, круглыми или фасонными. Верхние и нижние ручные опоки имеют утолщения или буртики, 1, расположенные в плоскости разъема и предназначенные для удержания смеси. Для центрирования и скрепления на двух боковых стенках опок выполнены приливы 2 с отверстиями, в которые вставляют штыри 3.

Важнейшей частью литейной оснастки является модельный комплект (рис. 2), представляющий совокупность приспособлений для получения в форме контура отливки.

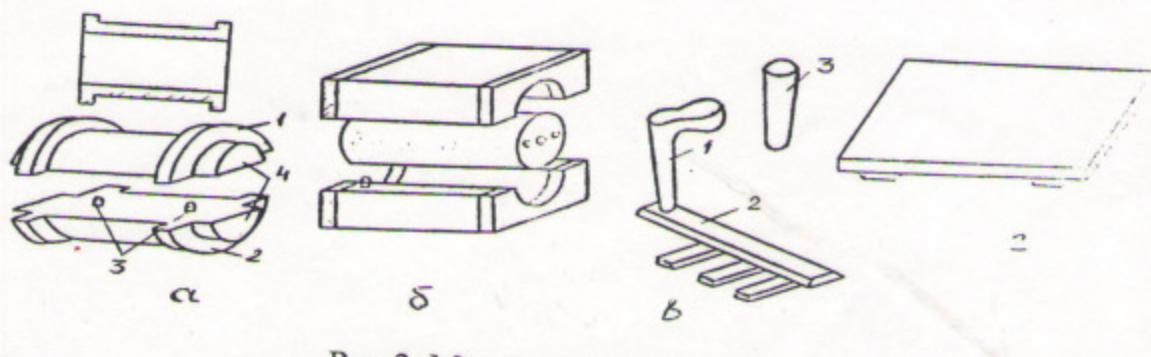


Рис.2. Модельный комплект

Комплект состоит из модели отливки, моделей элементов литниковой системы, стержневых ящиков и подмодельных плит.

Модель – приспособление для получения в форме рабочей полости, соответствующей конфигурации и размерам отливки. Наиболее часто модели изготавливают из древесины и металла.

Модели подразделяются на две основные группы: неразъемные (целые) и разъемные.

Разъемные модели (а) состоят из двух частей – верхней 1 и нижней 2. Для точного центрирования модели при формовке, нижняя половина имеет по плоскости разъема отверстия, а верхняя – шипы 3. На вертикальных стенах моделей, для удобства извлечения из формы без повреждения последней, предусматриваются формовочные уклоны. В зависимости от применяемых для литья сплавов все размеры модели делают больше, чем у отливки, на величину литейной усадки, которая выражается в процентах по отношению к размеру отливки. Модели, служащие для отливки деталей с внутренними полостями, имеют на концах выступы (знаки) 4, с помощью которых в форме образуются углубления, куда устанавливается стержень.

Модели элементов литниковой системы (в) служат для образования в форме каналов, по которым жидкий металл подходит к полости формы и п-

тает отливку в процессе ее кристаллизации. К ним относятся модели стояка 1, шлакоуловителя 2, выпара 3.

Стержневые ящики (б) служат для изготовления песчаных стержней. Стержень применяют в том случае, если в отливке необходимо выполнить отверстие или поднутрение в ее стенке. При ручной формовке мелких отливок применяют деревянные стержневые ящики, которые в зависимости от формы и размеров могут быть цельными или разъемными.

Подмодельные плиты (г) деревянные или металлические служат для установки на них моделей и опок при формовке.

Формовочный инструмент (рис. 3). К инструменту, который требуется для набивки формы, относятся лопаты (а), совки (б), сита (в), трамбовки (г). Для отделки форм модель применяют гладилки (д), ложечки, ланцеты (е), крючки (ж). Вынимают модель из формы с помощью так называемых подъемов (з), имеющих на конце заострение или резьбу. Для увеличения газонепроницаемости формы в ней перед выниманием модели делают наколы длинной иглой-душником (и). Для обметания модели и формы снаружи применяют щетки из щетины и конского волоса. Для припыливания моделей и готовых форм перед их сборкой употребляют мешочки из редкой ткани, наполненные графитом или древесно-угольной пылью.

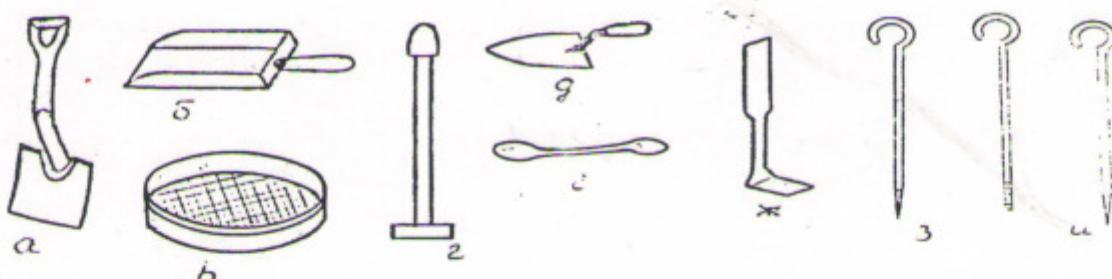


Рис.3. Формовочный инструмент

### 3. Технологический процесс ручной формовки

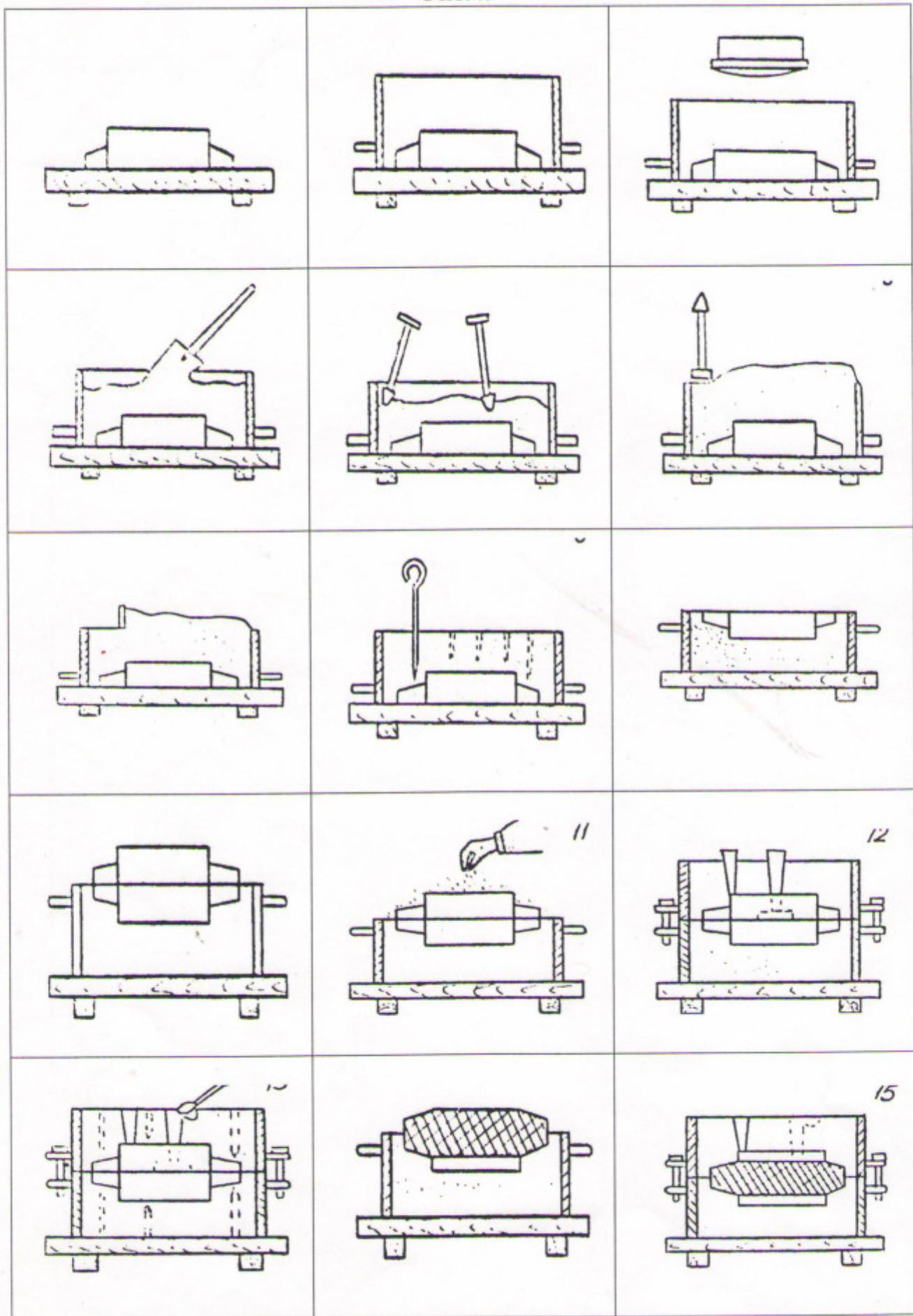
#### 3.1. Подготовка технологической оснастки

Перед работой модель и подмодельные плиты очищают от пыли, формовочные смеси, проверяют исправность и комплектность оснастки, наличие формовочного инструмента. Модели со смещением половинок по шипам более 1 мм, с плохим креплением подъемов, покоробленные, с трещинами, забитыми углами, вмятинами к использованию не допускаются. Опоки с трещинами, отбитыми углами, а также с плохим креплением цапф в работе применять нельзя.

#### 3.2. Ручная формовка в двух опоках по разъемной модели (рис. 4)

На подмодельную плиту устанавливают нижнюю половину модели, не имеющую центрирующих шипов (1), и ставят нижнюю опоку, которая рас-

Рис.4.



### 3.3. Формовка по неразъемной модели

Способ формовки в двух опоках по неразъемной модели применяют для производства отливок простой конфигурации, которые имеют одну плоскую поверхность и боковые стенки без выступов и углублений; неразъемную модель для таких отливок, после формовки можно свободно удалить из полуформы, не разрушая ее.

На подмодельную плиту устанавливают модель плоской поверхностью и ставят нижнюю опоку. На модель насыпают через сито слой облицовочной смеси и уплотняют ее, следя за тем, чтобы смесь была уплотнена в углублениях и углах модели. Затем, насыпают в опоку наполнительную смесь слоями 75-100 мм и уплотняют ее острым концом трамбовки. Наиболее плотно трамбуют смесь у стенок опоки с тем, чтобы предотвратить разрушение полуформы при сборке. Верхний слой смеси насыпают на 25-30 мм выше края опоки, уплотняют плоским концом трамбовки. Излишек смеси сверху срезают линейкой. Душником накалывают вентиляционные каналы. Потом полуформы переворачивают на 180°, т.е. разъемом вверх, поверхность разъема заглаживают гладилкой, посыпают слоем сухого разделительного песка. Верхнюю опоку устанавливают на нижнюю по центрирующим штырям. Ставят модели выпара, шлакоуловителя и стояка. Формовка верхней опоки проводится так же, как и нижней. Насыпают слой облицовочной смеси, обминают и уплотняют ее вручную, слоями насыпают наполнительную смесь и уплотняют ее послойно. Излишек смеси сверху опоки снимают, накалывают душником вентиляционные каналы. Около стояка ланцетом вырезают литникющую чашу. Модели стояка и выпара расталкивают, извлекают из формы. Верхнюю опоку поднимают и устанавливают на плиту плоскостью разъема вверх. Из полуформ, после легкого раскачивания, удаляют неразъемную модель отливки и модель шлакоуловителя. В нижней полуформе прорезают питатели. Повреждения и дефекты формы исправляют облицовочной смесью при помощи отделочного инструмента – гладилки, ланцета, крючка и т.д. Рабочую поверхность формы припыливают графитом, после чего форму собирают с применением центрирующих штырей.

### 3.4. Формовка с подрезкой

В случаях, когда неразъемная модель отливки не имеет ни одной плоской стороны, применяют формовку с подрезкой. Модель устанавливают плоскостью разъема на подмодельную плиту и заформовывают в нижней опоке обычным порядком. Затем опоку переворачивают на 180° и ланцетом или гладилкой производят подрезку плоскости разъема. Подрезку необходимо вести до освобождения от смеси всех частей модели, которые мешают свободному удалению ее из формы. После подрезки в нижней полуформе образуется выемка. Уклоны этой выемки должны быть пологими, чтобы сви-

сающий земляной болван, образующийся в верхней полуформе, свободно извлекался. Плоскость разъема, включая поверхность подрезки, заглаживают и посыпают разделительным песком. Устанавливают верхнюю опоку, модели стояка и выпара. Заполняют опоку формовочной смесью и уплотняют ее. При снятии верхней опоки необходимо соблюдать осторожность, чтобы верхний болван, образованный поверхностью подрезки, не обрушился. Затем удаляют модель из нижней опоки, отделяют и собирают форму для заливки.

### 3.5. Изготовление стержней вручную

Стержни предназначены для образования в отливках отверстий и полостей.

Для литью из алюминиевых сплавов стержни изготавливаются из смеси следующего состава: кварцевый песок – 100%, жидкое стекло – 5-7%, влажность – 3-4%.

Процесс приготовления стержневой смеси заключается в тщательном перемешивании всех компонентов смеси. При этом необходимо соблюдать следующий порядок введения составных частей: кварцевый песок + вода + жидкое стекло. Стержни простой цилиндрической формы изготавливаются в стержневом ящике, состоящем из двух половин, скрепляемых скобой или струбциной. Набивку и уплотнение смеси производят сверху вертикально поставленного ящика. После набивки примерно половины высоты ящика в центре ставится каркасная проволока, с которой продолжается дальнейшая набивка. По окончании набивки душником прокалывают несколько сквозных вентиляционных каналов, снимают скобу, разнимают в стороны обе половины ящика и готовый стержень сушат.

Криволинейные и сложной конструкции стержни изготавливают раздельно в каждой половине ящика. Для этого половинки ящика наполняют стержневой смесью, которую уплотняют трамбовкой. Далее в смесь укладывают и углубляют несколько ниже плоскости разъема проволочный каркас. После набивки половины ящика смесью прорезают ланцетом или гладилкой вентиляционные каналы, а затем спаривают половинки ящика, предварительно смазав поверхность разъема обеих половин kleem. Отделив стержни от стенок ящика ударами деревянного молотка, осторожно снимают верхнюю половину ящика. После наложения на нижнюю половину ящика фасонной сушильной плиты и поворота комплекта на 180° снимают вторую половину ящика, а стержень направляют для сушки на плите, предохраняющей его от прогиба.

Сушку стержней проводят в печах или сушильных шкафах при температуре 150-240°C. Продолжительность сушки зависит от состава и массы стержней.

## 4. Литье в металлические формы (кокильное литье)

Сущность этого метода литья заключается в том, что расплавленный металл заливают не в разовую песчаную, а в металлическую форму, называемую КОКИЛЕМ. Материалом для изготовления кокилей служит в большинстве случаев серый чугун и реже сталь. Обычно кокиль состоит из двух половин и имеет вертикальный или горизонтальный разъем. При необходимости получения в отливках отверстия или внутренних полостей применяют стержни: песчаные для отливок из стали и чугуна и металлические для отливок из цветных сплавов.

Литниковая система при вертикальном разъеме форм устраивается по разъему с подводом металла сверху. Воздух и газы из форм удаляются через выпоры и щелевые каналы по разъему форм глубиной 0,03-0,05 мм. Для увеличения стойкости форм и получения качественных отливок, перед заливкой жидкого алюминиевого сплава кокиль подогревают до температуры 250-300<sup>0</sup>С, а его рабочие поверхности покрывают с помощью пульверизатора или кисти теплоизоляционным слоем краски следующего состава:

1. 200 гр мела и 30 гр жидкого стекла на 1 л воды;
2. 30 гр окиси цинка и 30 гр жидкого стекла на 1 л воды.

Для возмещения потерь жидкотекучести сплавов температуру их заливки в металлические формы держат на 30-50<sup>0</sup>С выше, чем при песчаных формах.

Алюминиевые сплавы заливают в кокили при температуре 700-750<sup>0</sup>С.

Технологический процесс кокильного литья состоит из следующих основных операций:

1. Подготовка кокиля к заливке (подогрев, окраска и закрытие).
2. Заливка жидкого металла в кокиль.
3. Выдержка отливки в форме до ее затвердевания.
4. Раскрытие кокиля и удаление из него отливки с помощью толкателя.
5. Удаление литников и зачистка отливок.

#### 4. Плавка металла, заливка форм и получение отливок

Материалом отливок являются алюминиевые литьевые сплавы – силумины, обладающие высокими литейными и механическими свойствами. Плавка их производится в тигельной высокочастотной установке типа ЛПЗ-2-67М методом индукционного нагрева. В печи установки огнеупорный графитовый тигель имеет обмотку в виде медной трубки, охлаждаемой внутри водой. Ток высокой частоты от лампового генератора, проходя по обмотке, возбуждает в металле, находящемся в тигле, сильные вихревые токи, быстро нагревающие металл до температуры плавления.

Металл, расплавленный в тигле, выпускается в ручной ковш, из которого разливается по формам. Перед пуском в работу ковш необходимо очистить от остатков шлака и металла и прогреть докрасна (700-750<sup>0</sup>С).

Большое значение имеет температура заливаемого металла, от которой зависит хорошее заполнение всех частей формы. Температура алюминиевых

сплавов при выпуске из плавильной печи должна соответствовать 750-780<sup>0</sup>С, температура при заливке литейных форм должна быть в пределах 720-750<sup>0</sup>С.

После заполнения ковша с поверхности расплава снимают скрепком шлак. Заливка ведется непрерывной струей до выхода жидкого металла в отверстия выпаров. Охлаждают отливку в форме до температуры, которая исключает ее разрушение или образование холодных трещин. Для алюминиевых сплавов эта температура соответствует 200-250<sup>0</sup>С. продолжительность охлаждения для мелких отливок исчисляется 3-5мин.

После охлаждения отливки вручную выбивают из формы и подвергают чистке от пригара и остатков формовочной смеси.

## 5. Техника безопасности при ручной формовке

До начала работы студент обязан надеть и привести в порядок рабочую одежду, заправить ее так, чтобы не было развевающихся концов, убрать волосы под плотно облегающий головной убор. Проверить опоки и рабочий инструмент.

Во время работы нужно быть внимательным, не отвлекаться посторонними делами и разговорами и не отвлекать других.

Работать только исправным инструментом и оснасткой. Перед формовкой надо проверить качество просева формовочной земли, отсутствия в ней скрата и других засорений. Подавать формовочную смесь в опоки только лопатой или совком, а не руками. При спаривании опок остерегаться защемления пальцев руки между опоками.

Следить, чтобы в заформованной опоке было достаточно газовых каналов для выхода газов и паров, образующихся при заливке металла. Во избежание вытекания металла по плоскости разъема, устанавливать на верхнюю опоку груз. Запрещается производить работу вблизи заливаемых металлом форм. Во время заливки на рабочем месте разрешается присутствовать только той бригаде, формы которой заливаются. При заливке форм необходимо надевать предохранительные очки и остерегаться брызг металла. При сушке стержней в сушильном шкафу загрузку и выгрузку их производить с помощью клещей.

По окончании работы необходимо привести в порядок рабочий участок, убрать рабочий инструмент, опоки, модели и подмодельные плиты на отведенные для этого места.

полагается приливами вниз (2). Через сито с размером ячеек 3-4 мм на модель наносят облицовочную формовочную смесь толщиной 20-30 мм (3), после чего ее уплотняют руками вокруг всей модели. Облицовочный слой наносят через сито, чтобы увеличить его однородность и устраниТЬ попадание посторонних предметов на модель. После нанесения слоя облицовочной смеси в опоку набрасывают лопатой или совком наполнительную формовочную смесь слоями 75-100 мм (4) и уплотнения (5). Верхний слой смеси насыпают на 25-30 мм выше края опоки и уплотняют плоским концом трамбовки (6). В неполной опоке не рекомендуется уплотнять смесь плоской трамбовкой, т.к. последующий слой не соединится с предыдущим и при повороте опоки форма разрушится. Уплотнение смеси надо начинать вдоль стенок опоки, после чего переходить к уплотнению остального объема. Плотность формовочной смеси должна быть в пределах 75-85 ед. Излишek смеси снимают вровень с краями опоки при помощи плоской деревянной линейки (7). Затем, душником Ø 3-5 мм накалывают вентиляционные каналы, которые не должны доходить до модели на 10-15 мм (8). Доводить каналы до модели нельзя, т.к. при этом портится поверхность модели, а в вентиляционные каналы попадает жидкий металл, который закрывает выход газов из формы. Количество наколов на 1 дм<sup>2</sup> площади опоки составляет 4-5. Этим заканчивается формовка нижней полуформы. Далее, ее переворачивают и устанавливают на подмодельную плиту таким образом, чтобы модель и приливы опоки оказались на верху (9). На заформированную часть модели накладывают вторую ее половину, направляя центрирующие шипы последней в гнездо первой (10). Поверхность разъема формы посыпают тонким слоем сухого кварцевого песка, для того, чтобы формовочная смесь в верхней опоке не прилипала к смеси нижней опоке (11). Верхнюю опоку ставят по центрирующим штырям на нижнюю опоку. Устанавливают модели шлакоуловителя, стояка и выпора (12). После чего выполняют такие же операции, что и при формовке нижней опоки: через сито насыпают на модели слой облицовочной смеси, уплотняют вручную смесь вокруг модели, шлакоуловителя, стояка, выпара, заполняют опоку наполнительной смесью и уплотняют ее острым концом трамбовки; при помощи линейки удаляют излишek смеси вровень с кромками опоки и душником накалывают вентиляционные каналы, затем ланцетом прорезают литниковую воронку, расталкивают и извлекают стояк и выпар (13). Верхнюю опоку снимают, переворачивают на 180° разъемом вверх и устанавливают на предварительно подготовленное место. Из полуформ, после легкого раскачивания, удаляют половинки модели и модель шлакоуловителя. В нижней полуформе прорезают питатели. Там, где смесь оборвалась, форму подправляют ланцетами и гладилками, осыпавшуюся смесь удаляют крючками. Обе полуформы припыливают из мешочка серебристым графитом для создания противопригарного слоя и получения отливок с чистой поверхностью. При необходимости, в нижнюю полуформу устанавливают стержень (14) и закрывают ее верхней полуформой. Сверху устанавливают груз для предотвращения ухода жидкого металла через разъем формы во время заливки (15).

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ В ЛИТЕЙНОЙ МАСТЕРСКОЙ

### 1-е занятие (4 часа)

- 1) Техника безопасности при работе в литейной мастерской.
- 2) Ознакомление с литейным оборудованием, инструментом и оснасткой.
- 3) Демонстрация технологического процесса ручной формовки в двух опоках по разъемной и неразъемной моделям и с подрезкой.
- 4) Самостоятельная работа студентов на ручной формовке.

### 2-е занятие (4 часа)

- 1) Демонстрация технологического процесса изготовления стержней.
- 2) Самостоятельная работа студентов по ручной формовке в двух опоках по разъемной и неразъемной моделям и с подрезкой, изготовление стержней.
- 3) Плавка металла и заливка форм.

### 3-е занятие (4 часа)

- 1) Ознакомление с технологическим процессом кокильного литья.
- 2) Самостоятельная работа студентов по ручному изготовлению разовых литейных форм в двух опоках и подготовки кокиля к литью.
- 3) Плавка металла и заливка форм.
- 4) Анализ качества формовки и получения отливок.  
Сдача зачета по литейной практике.

## В О П Р О С Ы :

1. Из каких основных операций состоит процесс изготовления разовой литьейной формы?
2. Какие формовочные смеси применяют для изготовления разовых литейных форм?
3. Назначение моделей, их разновидность и отличие от отливок.
4. Из каких элементов состоит модельный комплект?
5. Формовочный инструмент и его разновидности.
6. Для чего и в каком количестве необходимы вентиляционные каналы в форме?
7. Назначение стержней, их состав и технология изготовления.
8. Для чего припиливают графитом рабочую поверхность формы?
9. Чем отличается формовка с подрезкой от обычной формовки по неразъемным моделям?
10. Как подготавливают кокили к заливке жидким металлом?
11. Какое значение имеет температура заливаляемого в форму металла?
12. Из каких операций состоит процесс кокильного литья?
13. Правила техники безопасности при ручной формовке.
14. Правила техники безопасности при литье в кокиль.

## Литература

1. Макиенко Н.И. Практические работы по слесарному делу: Учебное пособие для сред. проф.-техн. училищ. – М.:Высш. Школа, 1982.
  2. Пугач Н.Ф., Шилов Н.А. Технологическая практика в учебных мастерских: Учебн. Пособие. – Минск: Ураджай , 1989.
  3. Слесарное дело: практические основы профес. деятельности: учеб. пособие./ Г.Г. Долматов и др. – Ростов-на-Дону.: Феникс, 2009.
  4. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник для нач. проф. образования / Зайцев С.А. и др. – 4-е изд., стер. –М.: Изд. центр «Академия», 2009.
- Пугач Н.Ф., Шилов Н.А. Технологическая практика в учебных мастерских. — Минск: Ураджай, 1989. - 312 с.
- 2 Рубинштейн С.А. и др. Основы учения о резании металлов и режущий инструмент. — М.: Машиностроение, 1978. – 392 с.
  - 3 Роман О.В. и др. Обработка металлов резанием и станки. — Минск: Высшая школа, 1970. – 312 с.
  - 4 Багдасарова Т.А. Токарное дело. — М.: Академия, 2003. – 112 с.