

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ  
«УСИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Андрюнина. Е. В.

**«ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫХ И  
ГАЗОСВАРОЧНЫХ РАБОТ»**

Графическая часть лекций

**Специальность: 270839.01 «Монтажник санитарно-технических,  
вентиляционных систем и оборудования»**



Усинск  
2012г.

## **Графическая часть лекций по дисциплине «Технология электросварочных и газосварочных работ» :**

Составлена в соответствии с Федеральными Государственными требованиями к минимуму содержания и уровня подготовки выпускников НПО специальности: 270839.01 «Монтажник санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования»

Автор: Е.В.Андрюнина                      преподаватель специальных дисциплин  
Усинского политехнического техникума

Рецензент: А.А.Лабанов                      Главный инженер ООО «САГ Билдинг»  
г. Усинска

Данная графическая часть лекций ( часть 1) «Технология электросварочных и газосварочных работ» предназначена для обучающихся очной формы по специальности 270839.01 «Монтажник санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования» .Пособие включает основные темы по ручной дуговой сварке: общие сведения о сварке; общие сведения о сталях и свариваемости; основные сведения о сварочной дуге; металлургические процессы при сварке; деформации и напряжения при сварке и методы их уменьшения; сварные соединения и швы; оборудование для электрической сварки плавлением; технология ручной дуговой сварки; дефекты и контроль качества сварных швов.

## Пояснительная записка

Графическая часть лекций для дисциплины «Технология электросварочных и газосварочных работ» по специальности «Монтажник санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования» составлены в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта в части требований к минимуму содержания и уровню подготовки обучающихся образовательных учреждений начального профессионального образования (очной форме обучения).

Компьютерная графика – это более удобный и быстрый способ работы с изображением на бумаге.

Графическая часть лекций включает в себя общие сведения о сварке, общие сведения о сталях и свариваемости, основные сведения о сварочной дуге, металлургические процессы при сварке, деформации и напряжения при сварке и методы их уменьшения, сварные соединения и швы, оборудование для электрической сварки плавлением, технология ручной дуговой сварки, дефекты и контроль качества сварных швов.

Графическая часть лекций является важным этапом в теоретическом обучении рабочей профессии по дисциплине «Технология электросварочных и газосварочных работ».

Методическая разработка способствует развитию у обучающихся аналитического мышления, умения работать самостоятельно, учиться целесообразно подходить к вопросу выбора оборудования для ручной дуговой сварки, хорошо ориентироваться в выборе режима сварки, умело использовать теоретические знания практических задач.

Основными целями графической части лекций являются:

- Привития интереса к выбранной профессии
- Формирования умений принятия решений;

## ТЕМА 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРКЕ

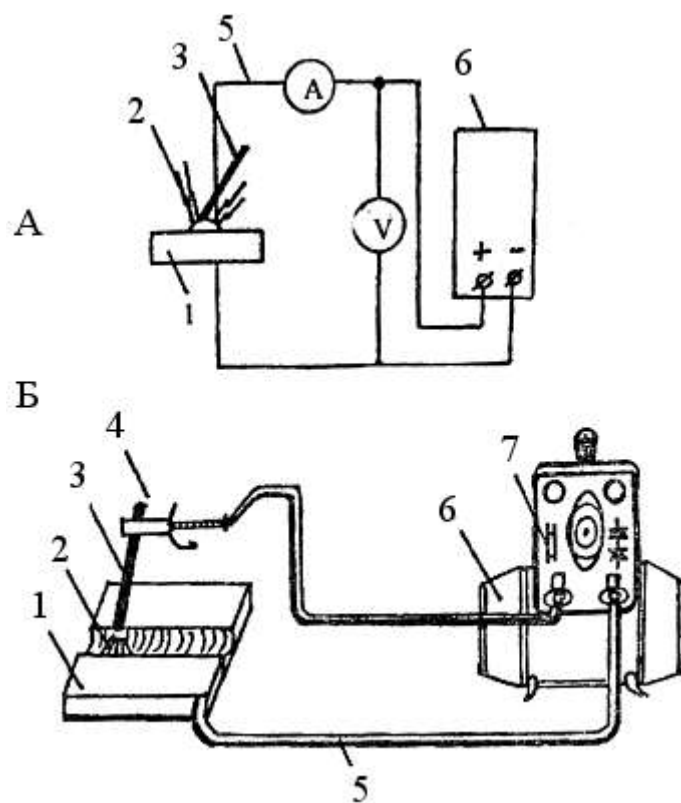


Рис.1.1 Электрическая цепь для зажигания сварочной дуги.

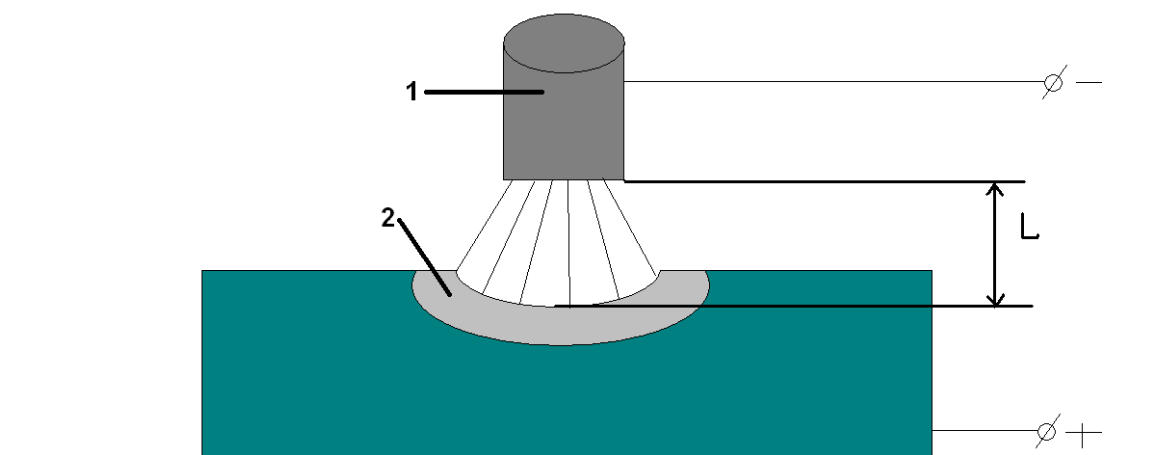


Рис.1.2 Сварочная дуга.

## ТЕМА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ

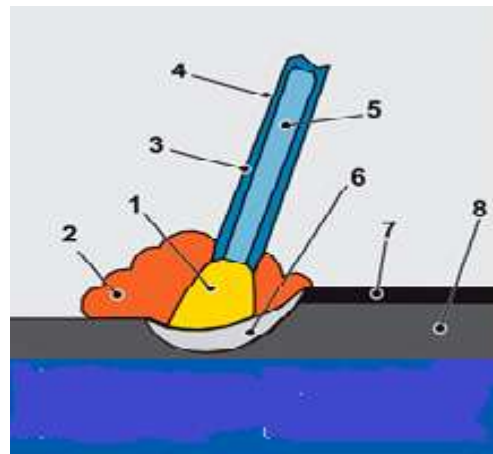


Рис.2.1 Ручная дуговая сварка штучным электродом с покрытием.

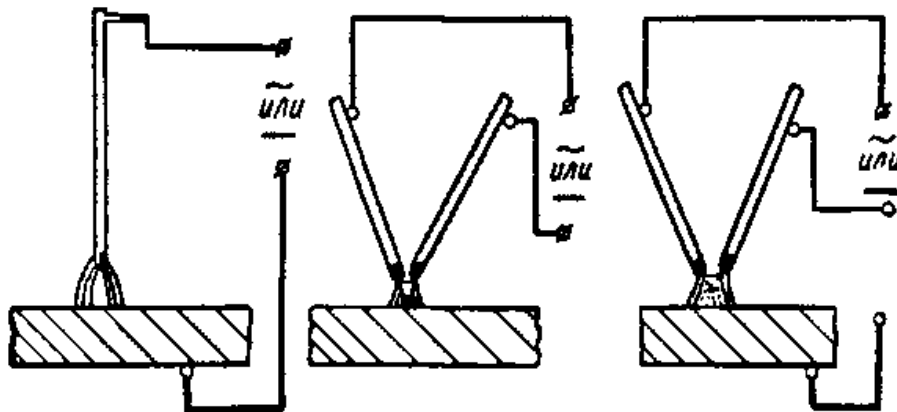


Рис.2.2 Виды сварочных дуг в зависимости от схемы подвода сварочного тока.

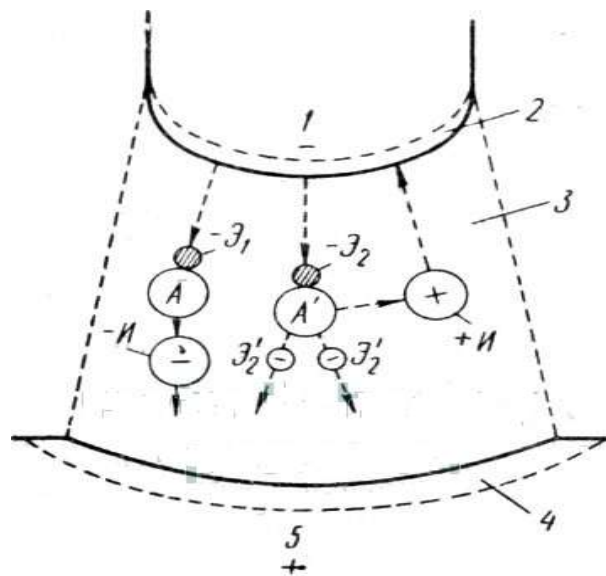


Рис.2.3 Схема процесса объемной ионизации газа в сварочной дуге.

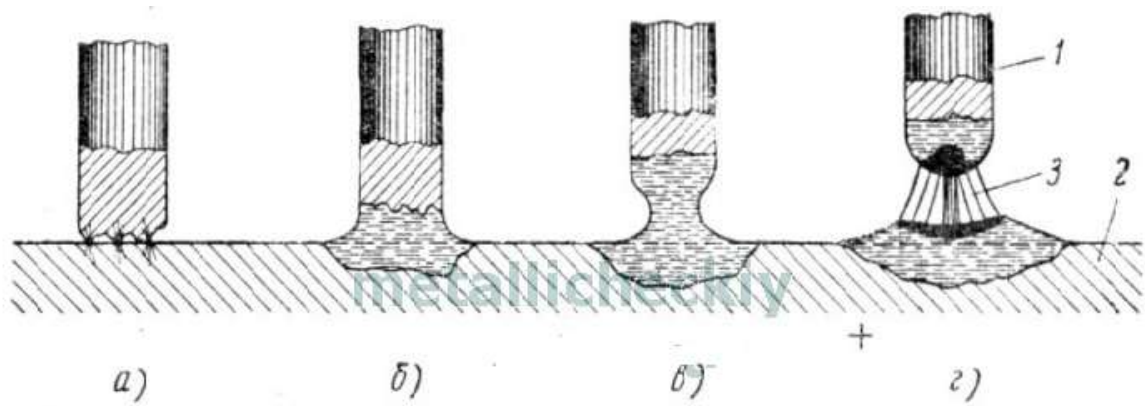


Рис. 2.4 Схема возникновения сварочной дуги между металлическим электродом и металлом.

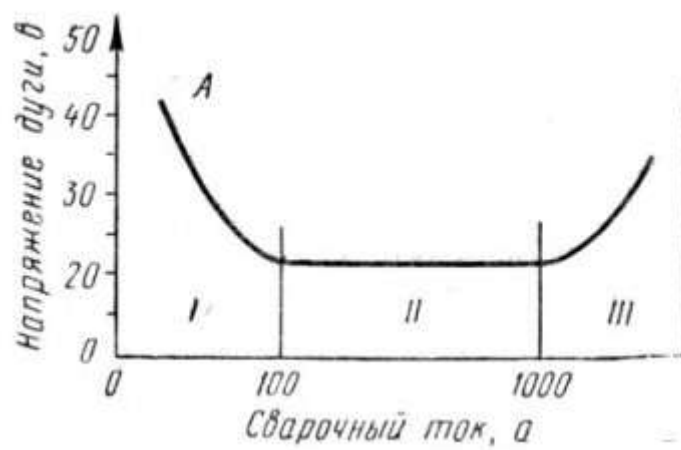


Рис 2.5 Вольтамперная характеристика сварочной дуги.

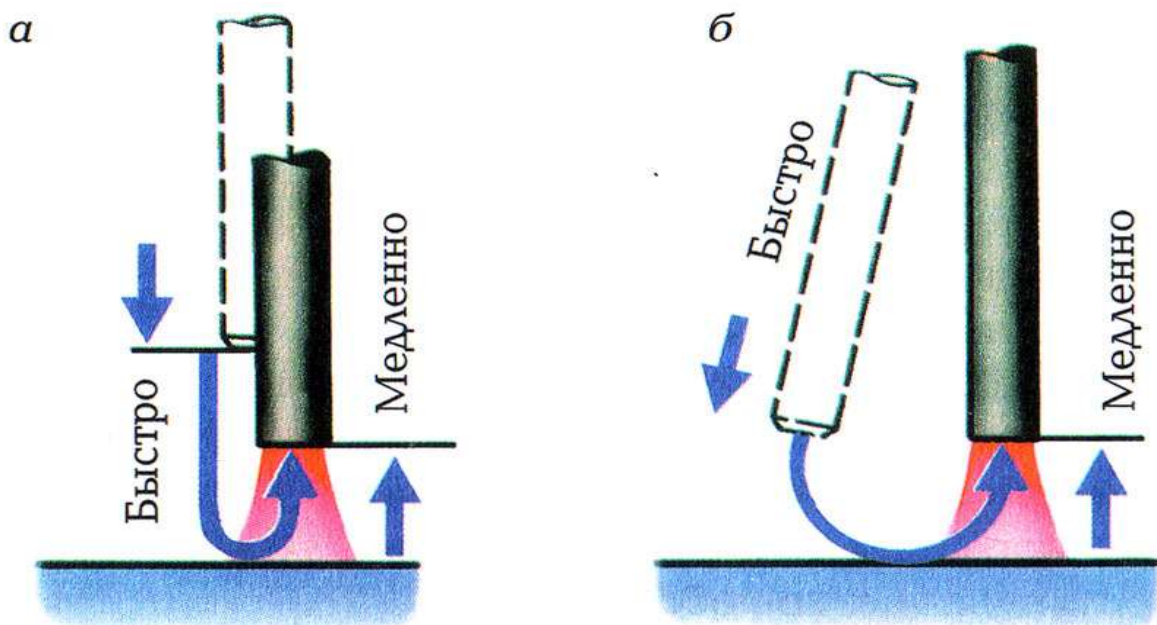


Рис.2.6 Способы зажигания дуги.

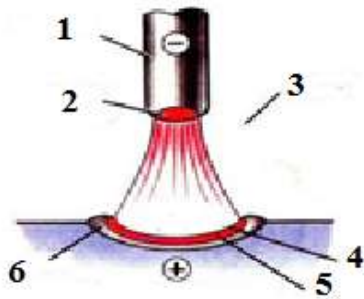


Рис. 2.7 Схема горения сварочной дуги.

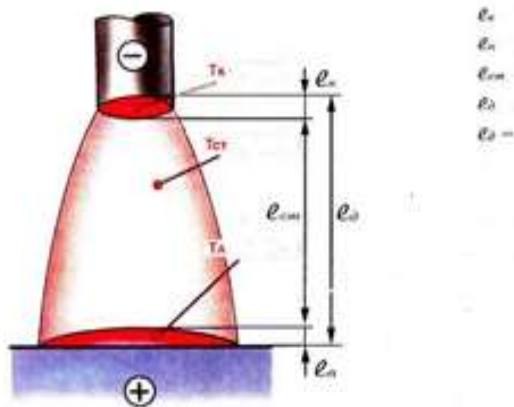


Рис 2.8 Характеристики сварочной дуги.

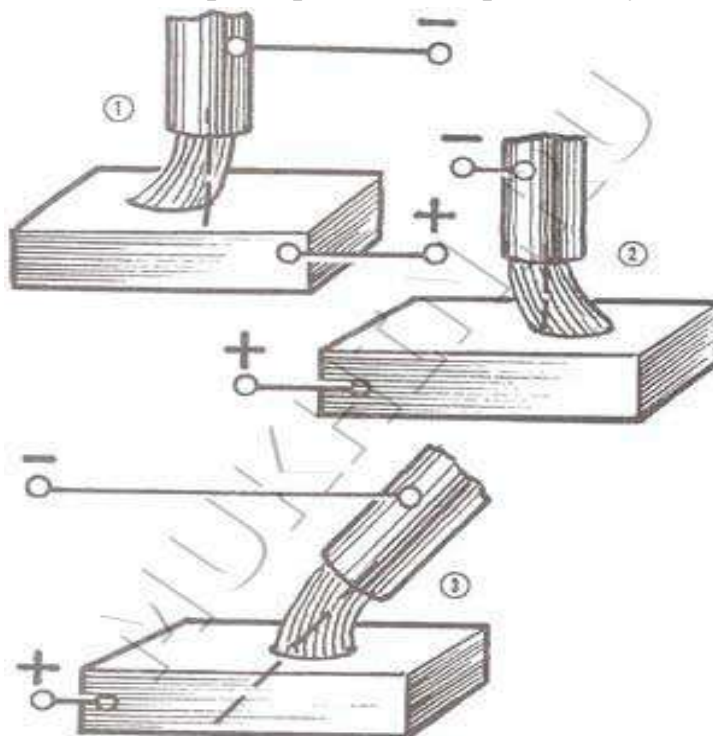


Рис.2.9 Влияние места токоподвода и ферромагнитных масс на отклонение дуги.

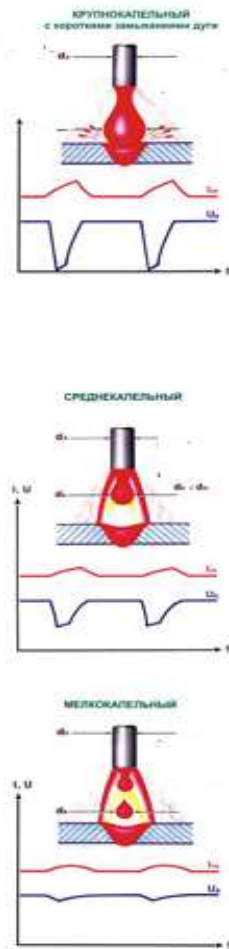


Рис.2.10 Виды переноса электродного металла.

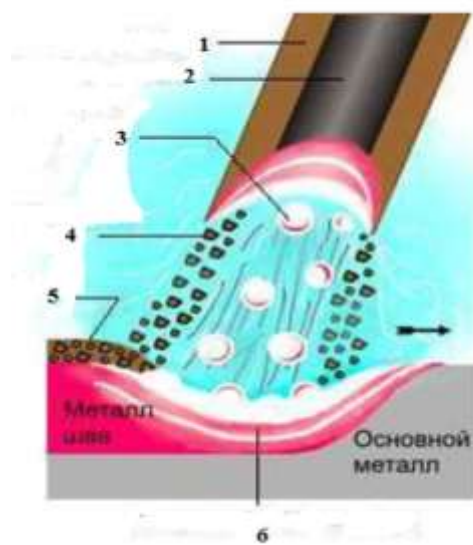


Рис. 2.10 Сварочная дуга



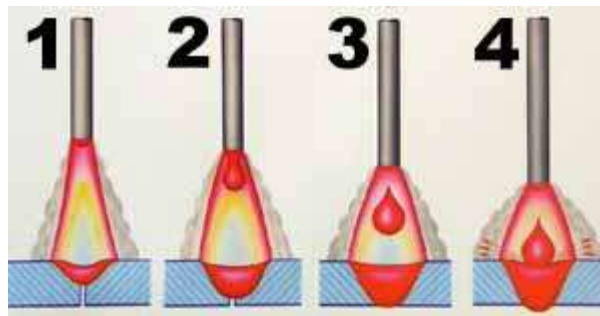


Рис.2.11 Стадии переноса металла капли через дугу.

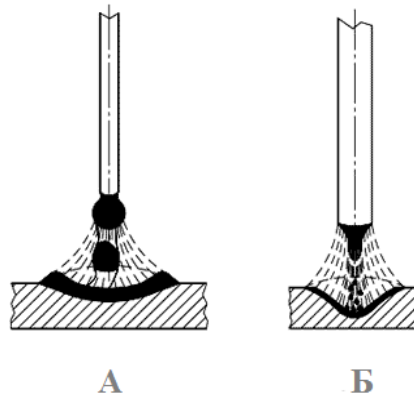


Рис.2.12 Перенос электродного металла через дугу.

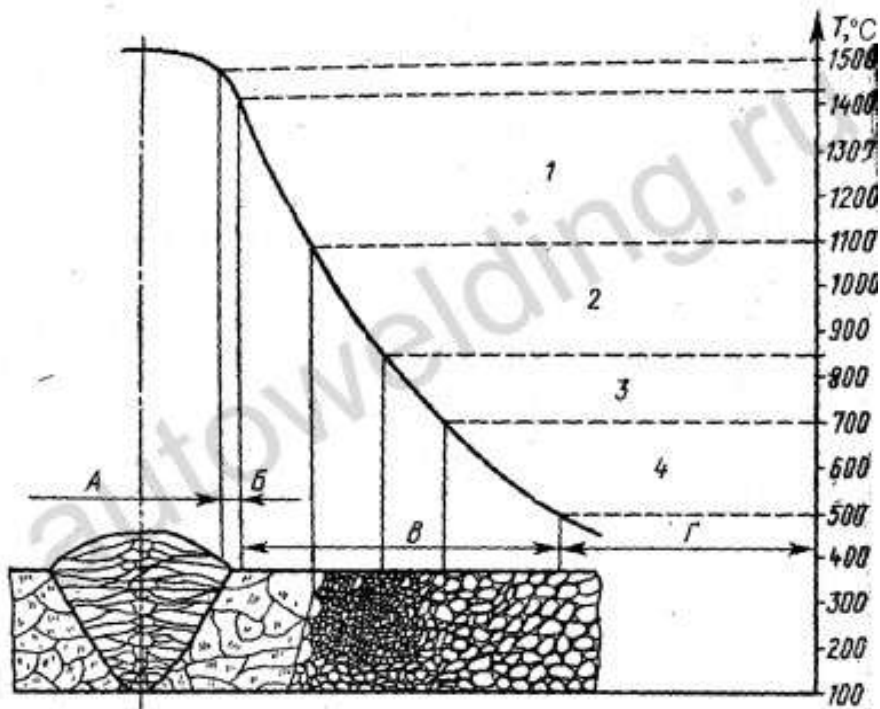


Рис.2.13 Структурные превращения низколегированной стали в зоне термического влияния.

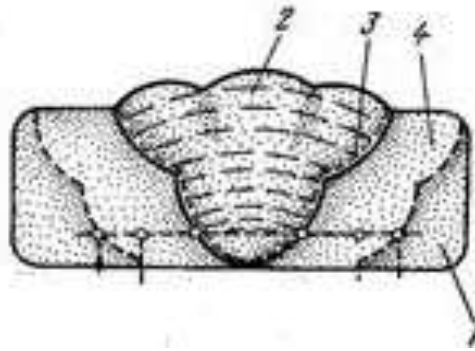


Рис.2.14 Строение сварного соединения.

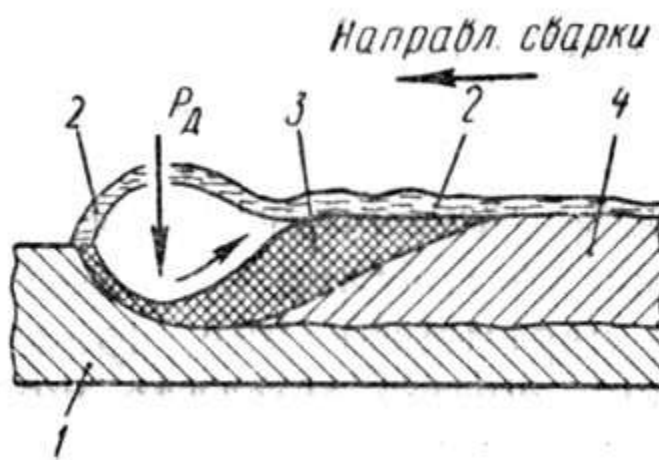


Рис.2.15 Сварочная ванна.

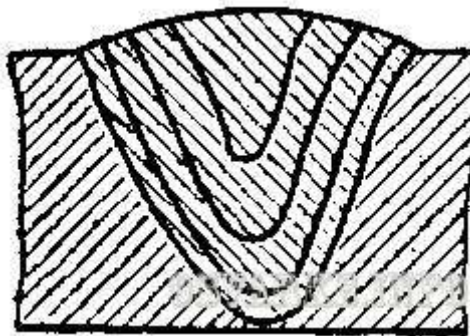


Рис.2.16 Схема химической неоднородности по слоям кристаллизации в сварочных швах.

### ТЕМА 3. ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ БОРЬБА С НИМИ.

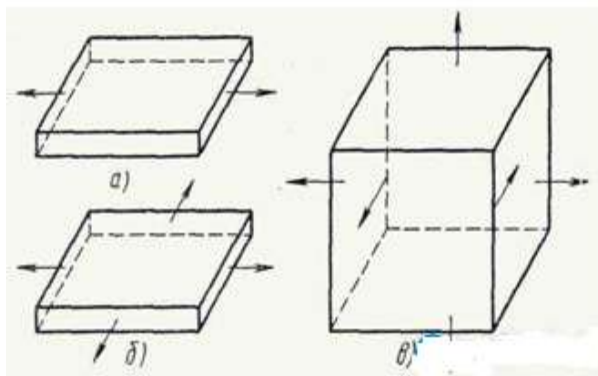


Рис.3.1 Различные виды напряженного состояния.

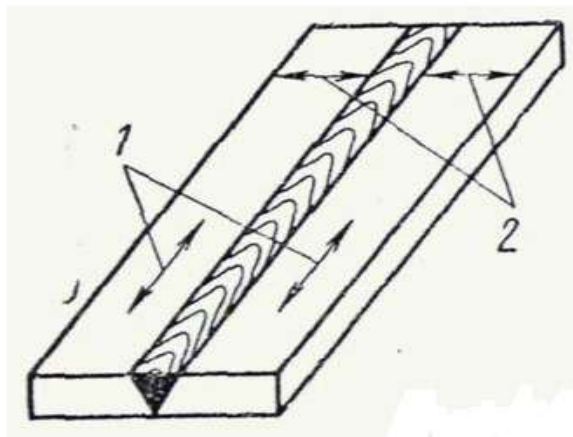


Рис.3.2 Напряжения в сварном соединении.

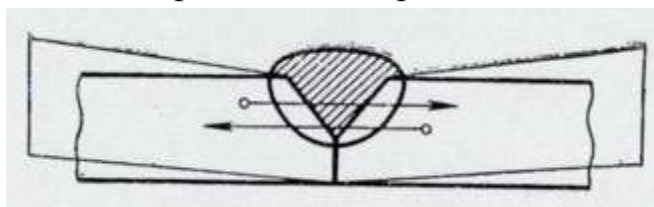


Рис.3.3 Угловая деформация при сварке стыкового соединения.

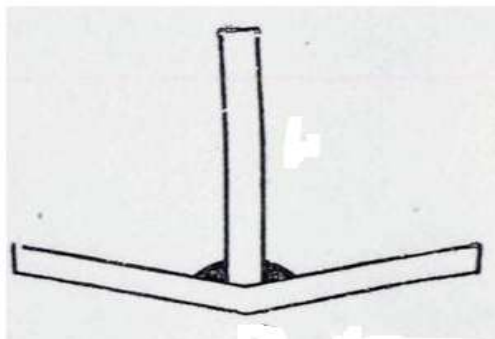


Рис. 3.4 Угловая деформация (грибовидность) при сварке таврового соединения.

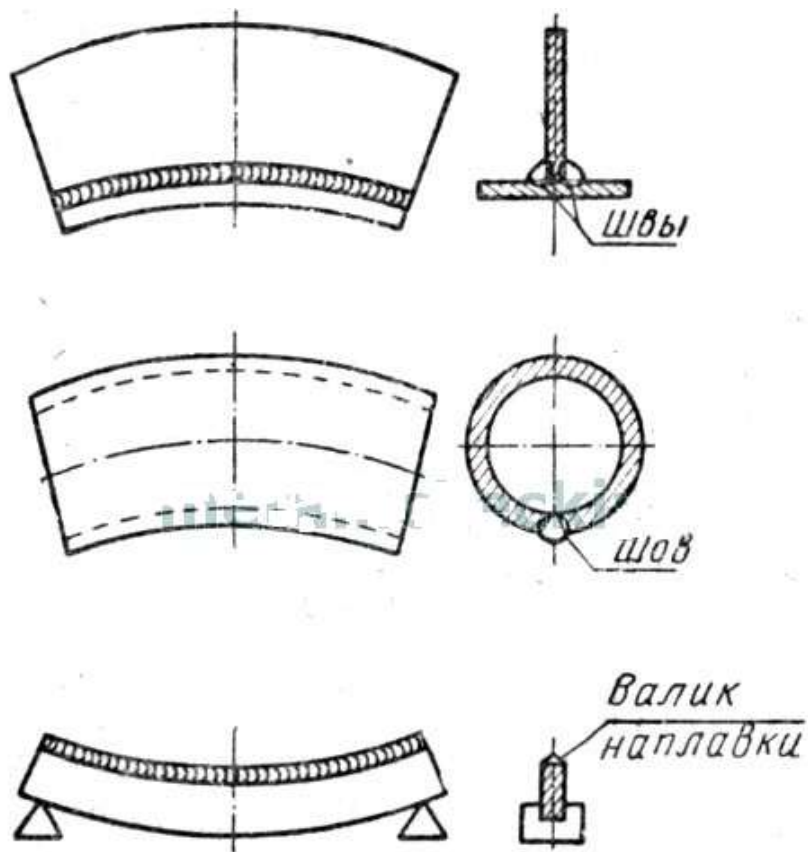


Рис.3.5 Деформации от продольной усадки.

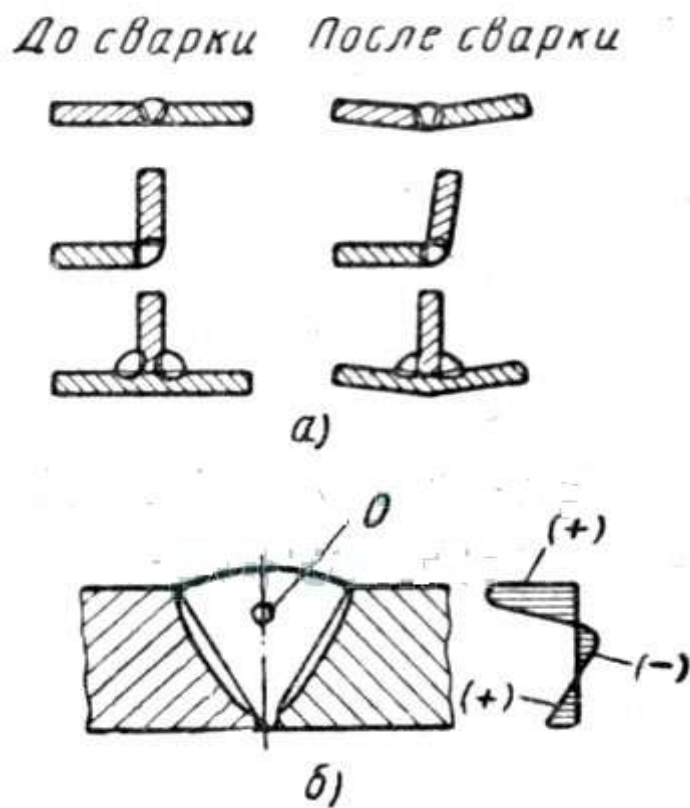


Рис.3.6 Деформации от поперечной усадки и график распределения напряжений (О- центр тяжести сечения шва).

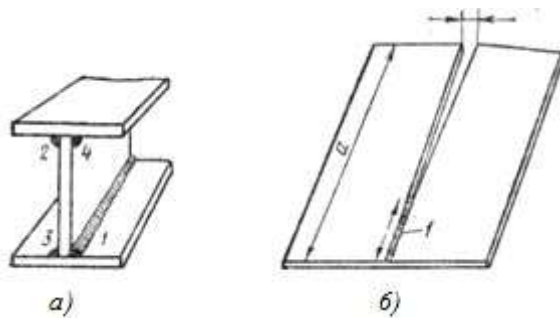


Рис.3.7 Способы уменьшения деформаций.

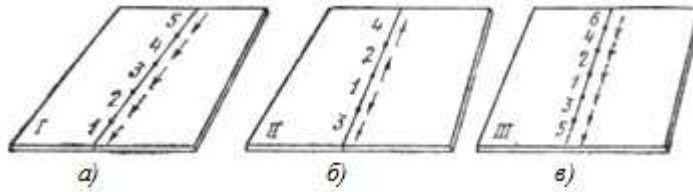


Рис.3.7 Порядок наложения .

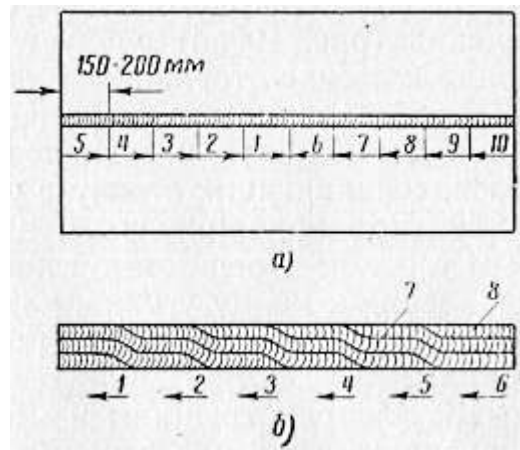


Рис. 3.8 Способы наложения швов.

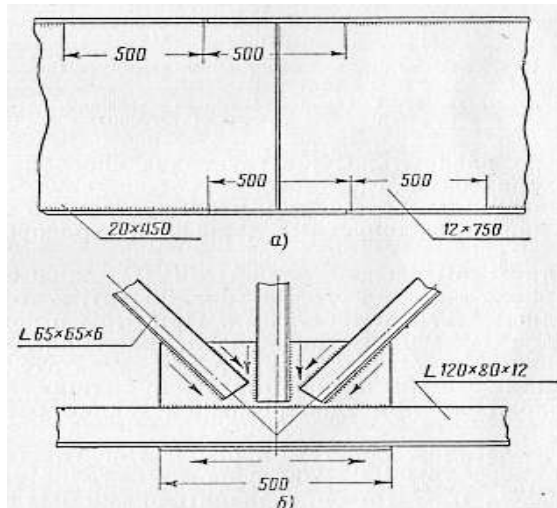


Рис.3.9 Заварка стыка в листовом стержне Н – образного сечения и приварка уголков в узле фермы.

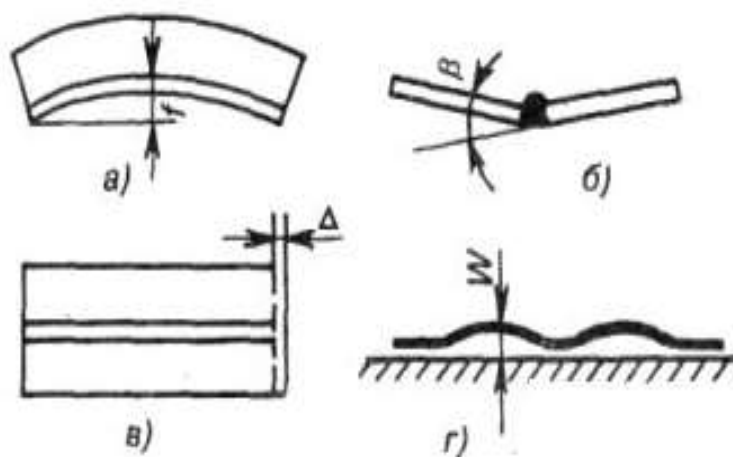


Рис.3.10 Виды перемещений при деформации сварных конструкций.

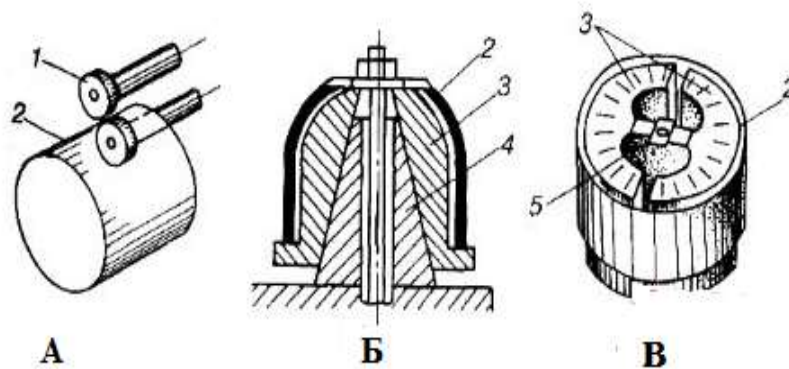


Рис.3.11 Механизированная правка деталей типа тел вращения.

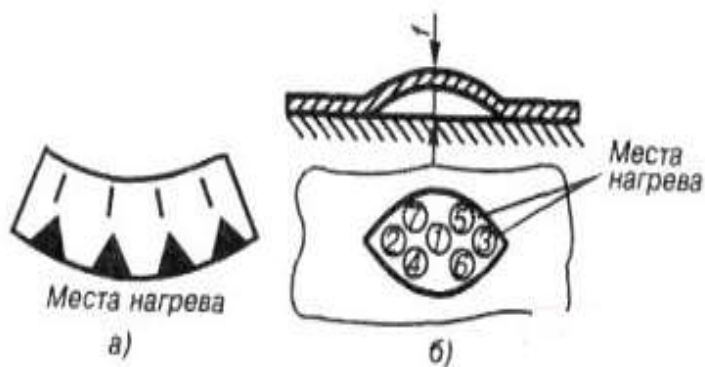


Рис. 3.12 Правка местным нагревом: по ребру и по плоскости.

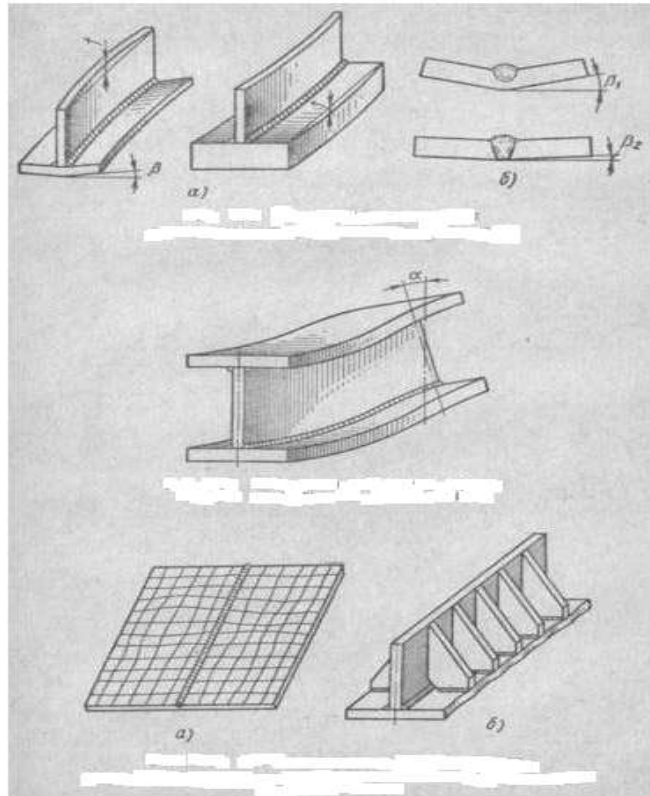


Рис.3.13 Остаточные деформации.

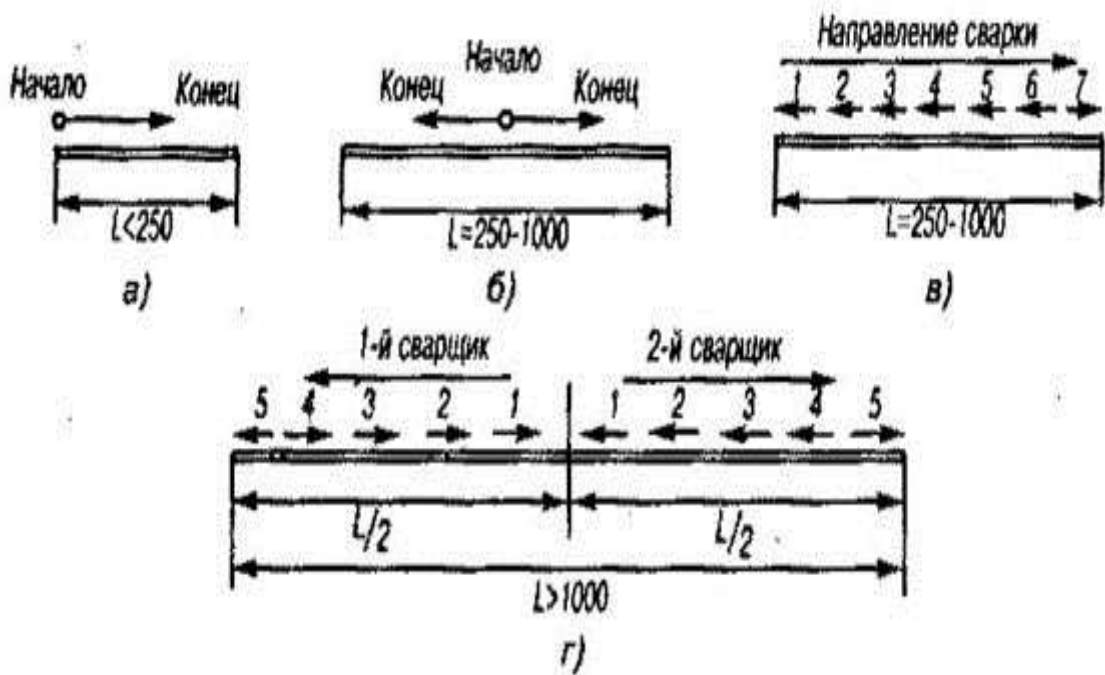


Рис.3.14 Выполнение сварных швов различной длины.

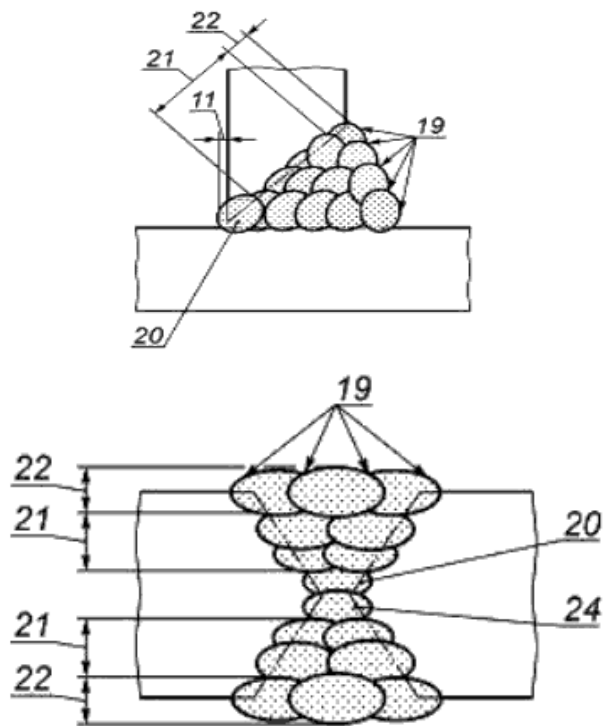


Рис.3.15 Многопроходные и многослойные швы.

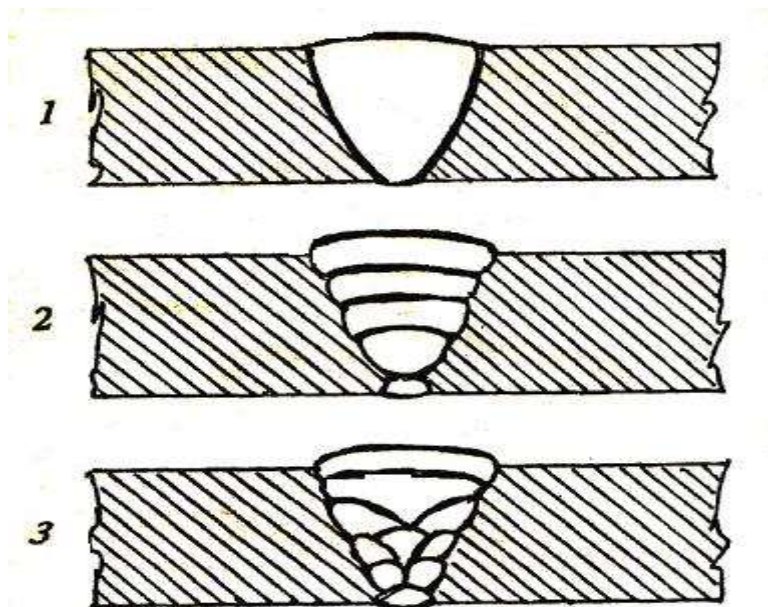


Рис.3.15



## ТЕМА 4. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ.

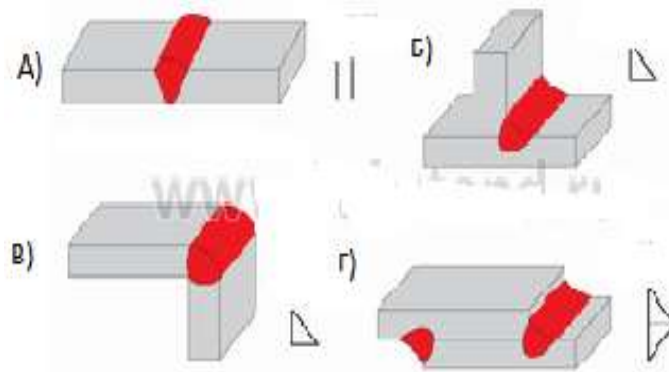


Рис.4.1 Виды сварных соединений.

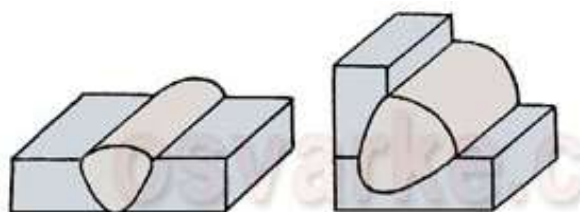


Рис.4.2 Виды сварных швов.

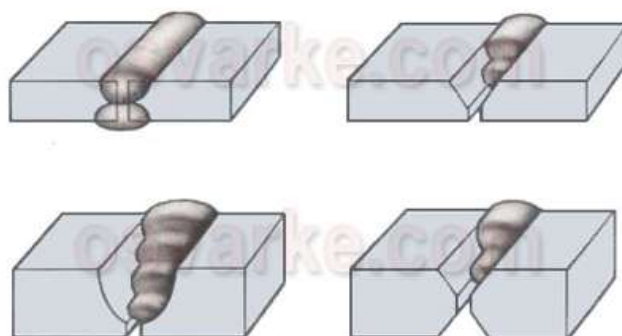


Рис. 4.3 Стыковые соединения.

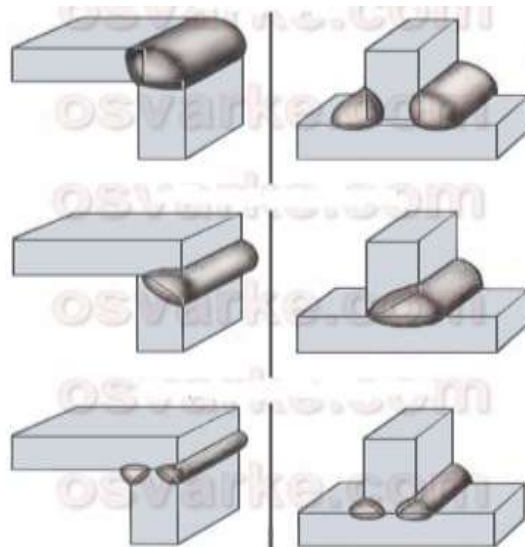


Рис.4.4 Угловые и тавровые соединения.

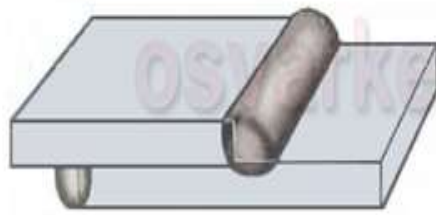


Рис.4.5 Нахлесточное соединение.

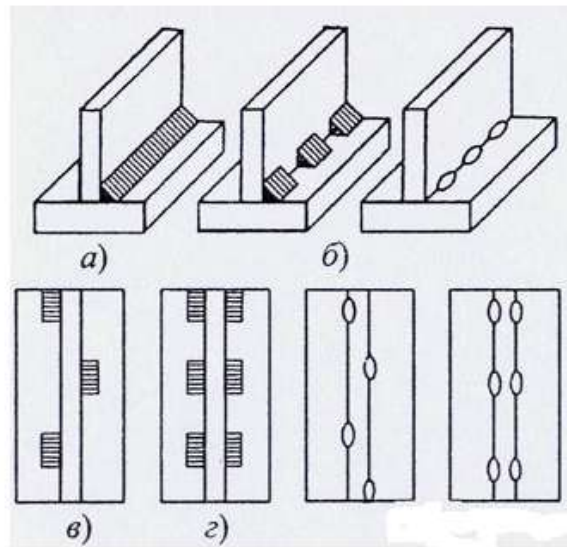


Рис.4.6 Угловые швы тавровых соединений по протяженности.

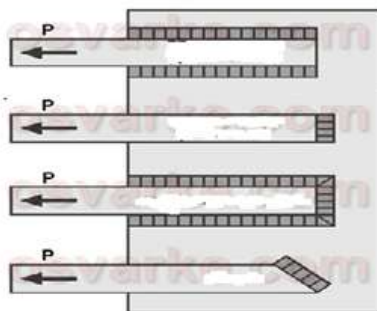


Рис.4.7 Сварные швы по отношению к направлению действующих сил.

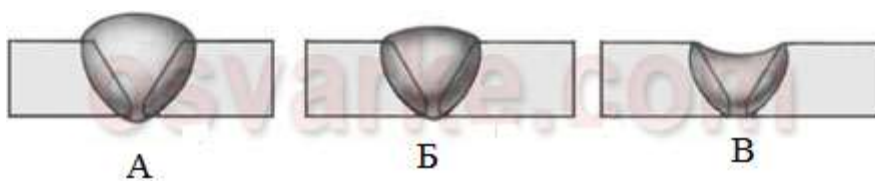


Рис. 4.8 Сварные швы по форме наружной поверхности.

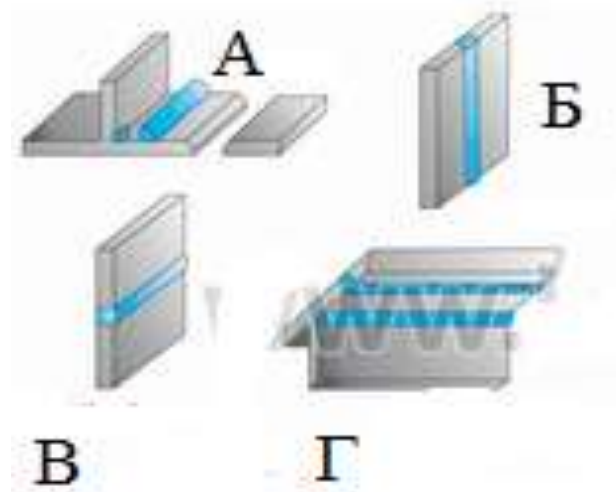


Рис. 4.9 Сварные швы по положению в пространстве

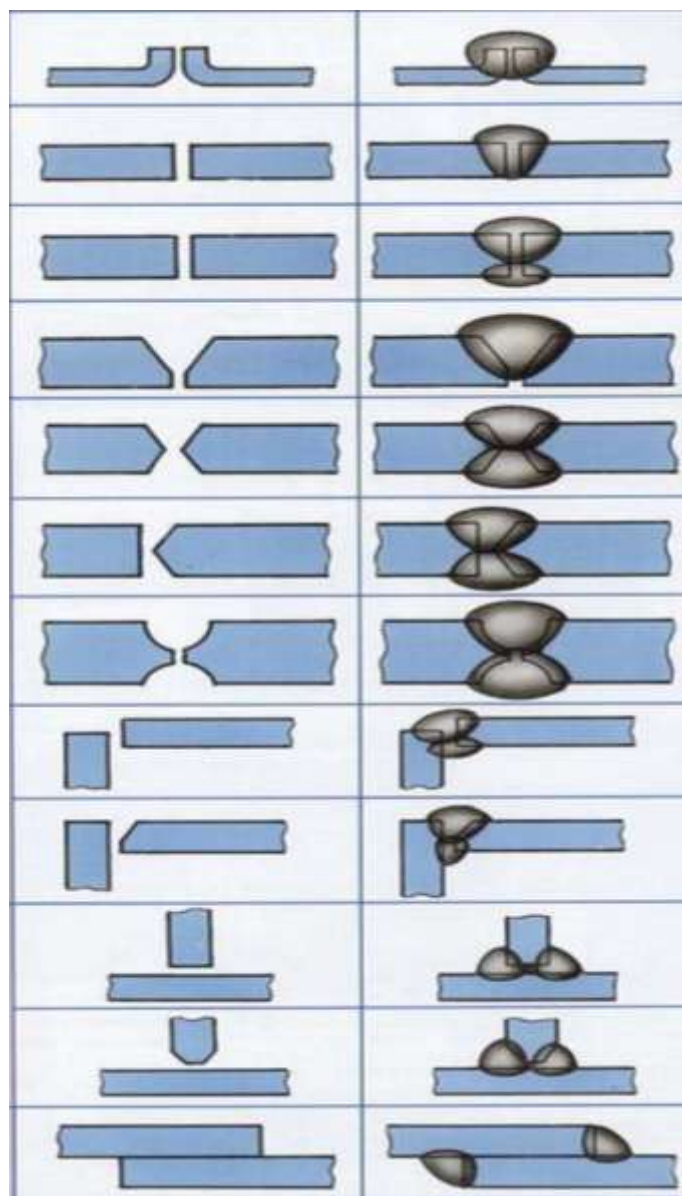


Рис.4.10 Основные типы сварных швов.

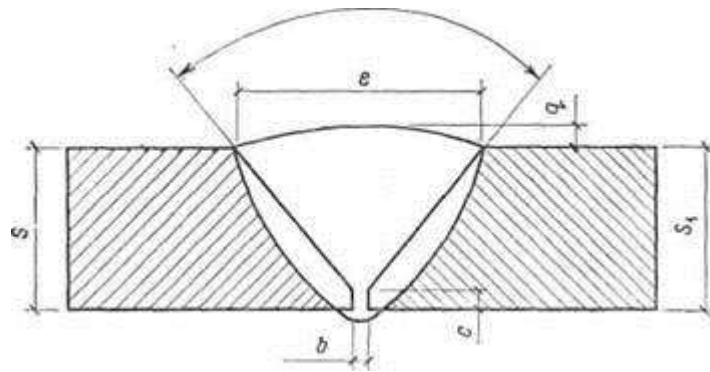


Рис.4.11 Геометрические параметры сварного соединения.

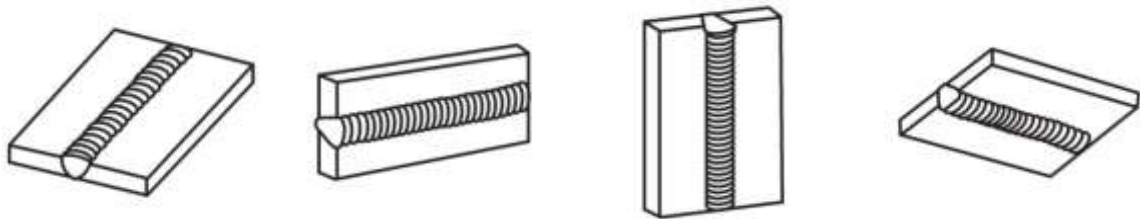


Рис. 4.12 Сварные швы по положению в пространстве.

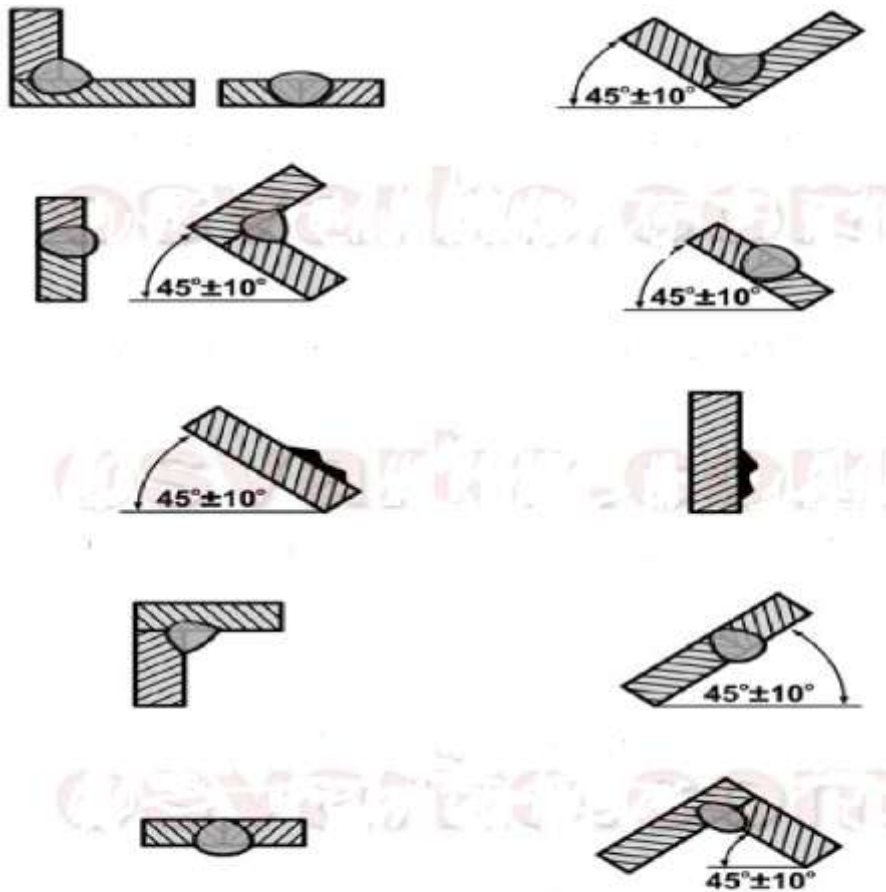


Рис. 4.13 Сварные швы по положению в пространстве.

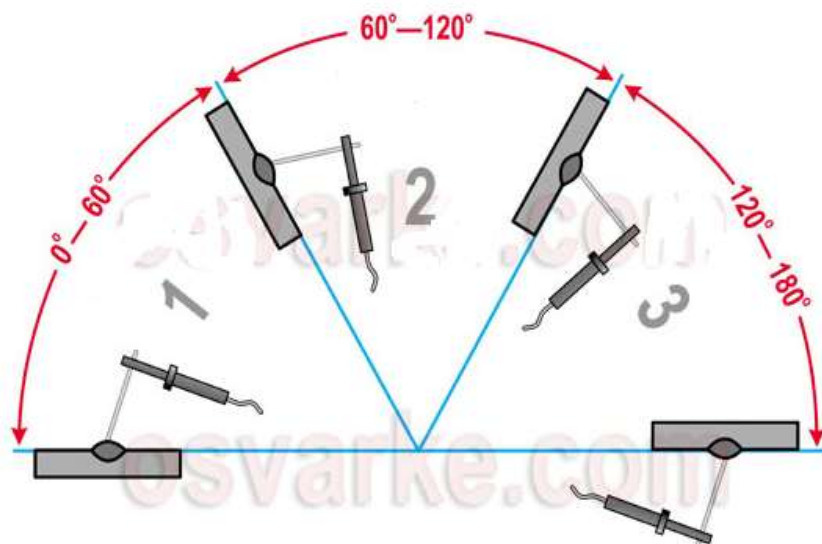


Рис. 4.14 Угловое расположение сварных швов в пространстве.

Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снить		
	Наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона		

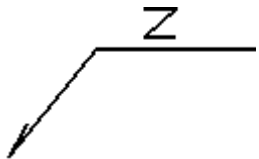
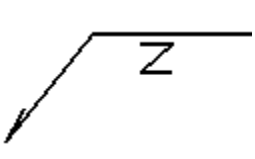
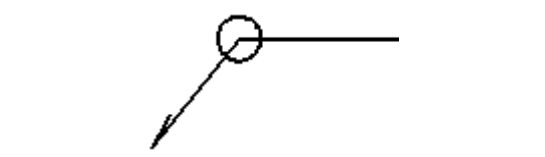
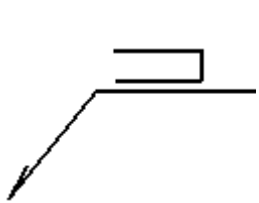
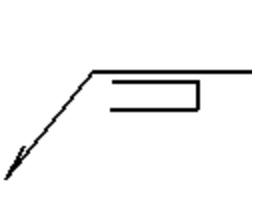
	линии $\sim 60^\circ$		
Z	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
○	Шов по замкнутой линии Диаметр знака - 3...5 мм.		
▬	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа		

Таблица: Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов.

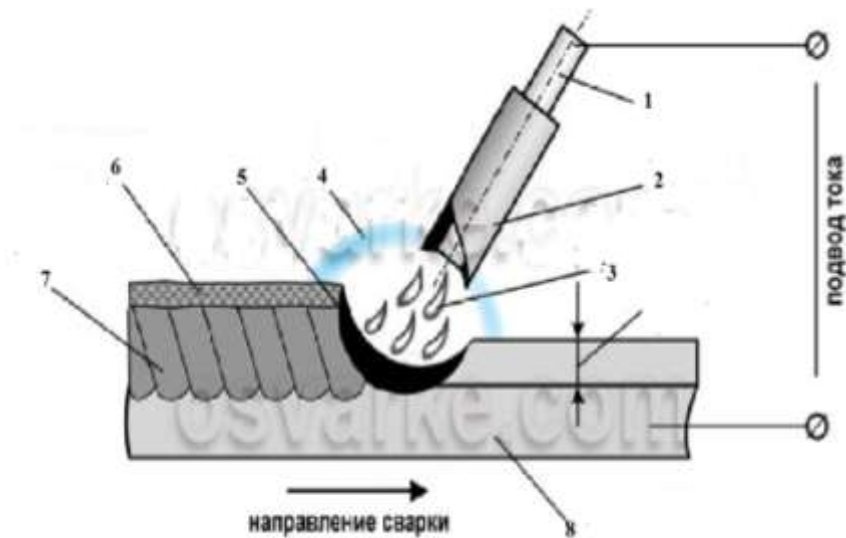


Рис.4.15 Характеристика сварочной дуги.

## ТЕМА 5. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ

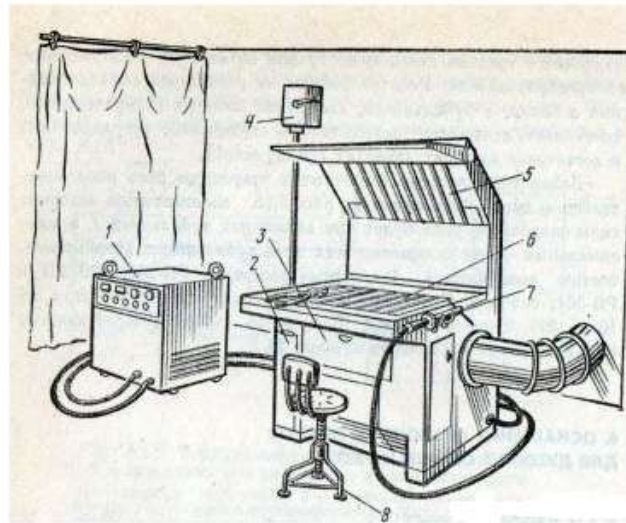


Рис.5.1 Рабочее место сварщика.

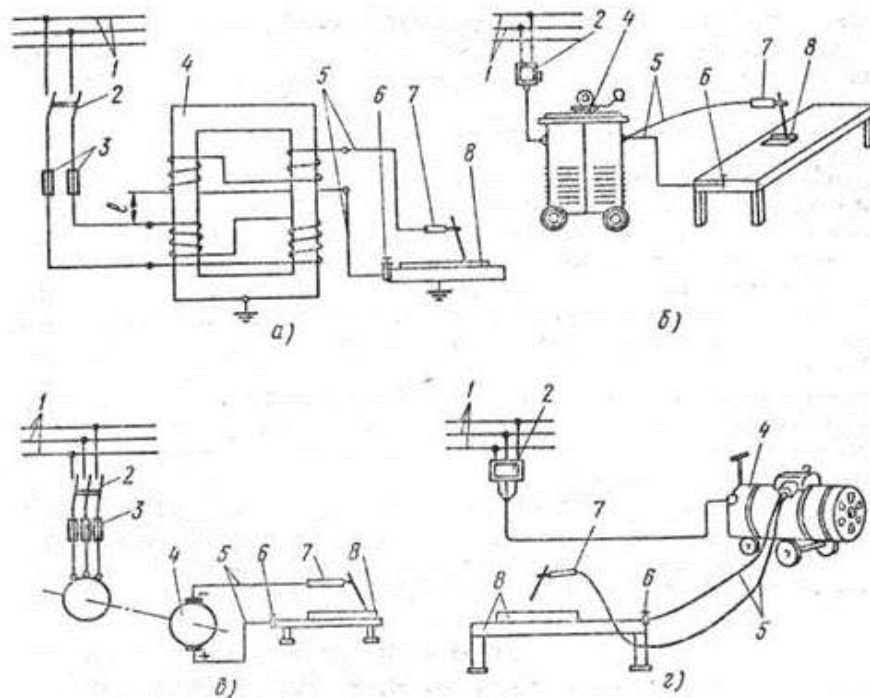


Рис.5.2 Принципиальные электрические и монтажные схемы сварочных постов.

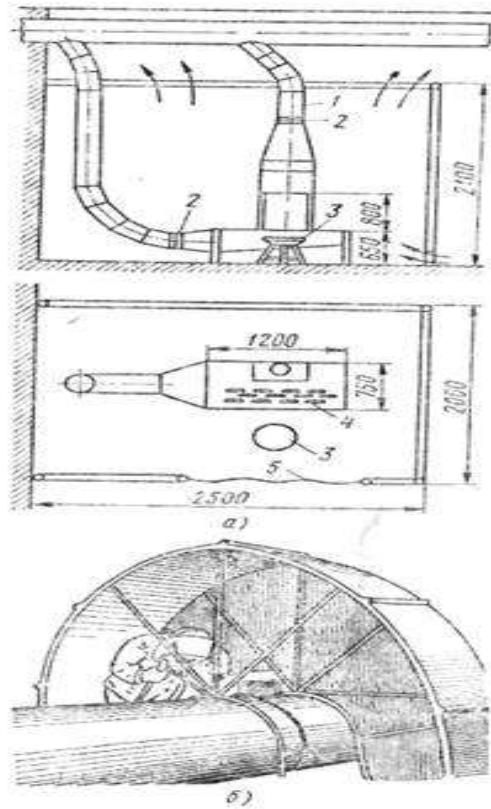


Рис.5.3 Виды сварочных кабин.



Рис. 5.4 Общий вид сварочного трансформатора ТДМ-500-С

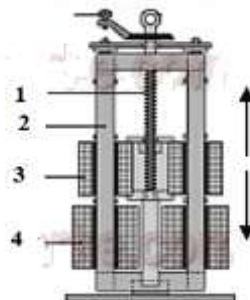


Рис 5.5 Устройство сварочного трансформатора.



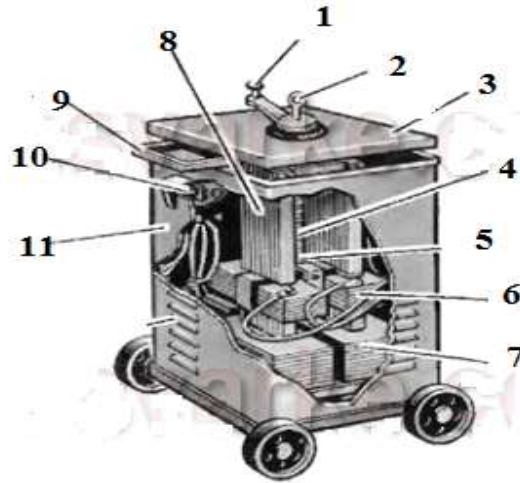


Рис.5.6 Сварочный трансформатор в разрезе.

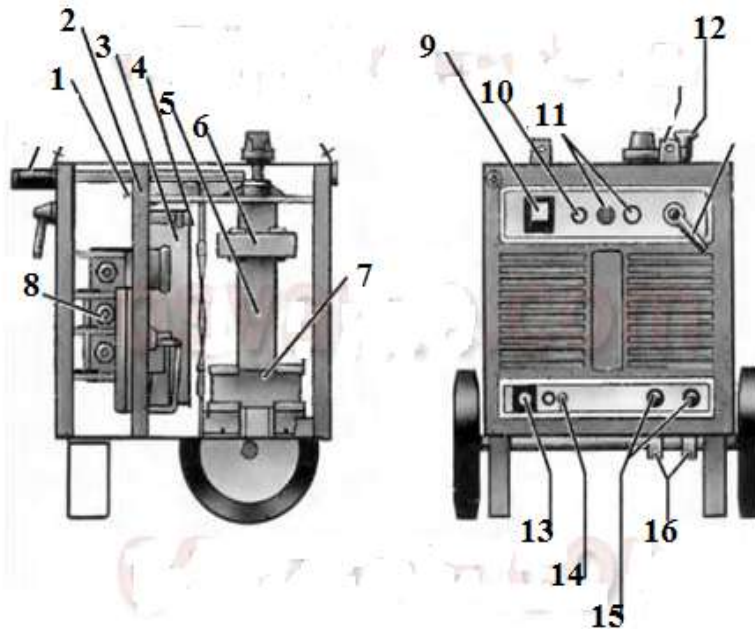


Рис.5.4 Сварочный выпрямитель

Тип	Расход ацетилена при сварке, л/ч	Расход кислорода при резке, л/ч
С-1	не более 70	-----
С-2	700-200	900-2000
С-3	200-800	2000-4000
С-4	не менее 800	4000-8000

Таблица: рекомендуемые светофильтры при газовой сварке и кислородной резки.

Ток, А	15- 30	30- 60	60- 150	150- 275	275- 350	350- 600	600- 700	700- 900	900
Тип	С-3	С-4	С-5	С-6	С-7	С-8	С-9	С-10	С-11

Для вспомогательных рабочих при электросварке в цехах применяют светофильтры В-1 и В-2

Таблица: рекомендуемые светофильтры при электросварки металлическим электродом.

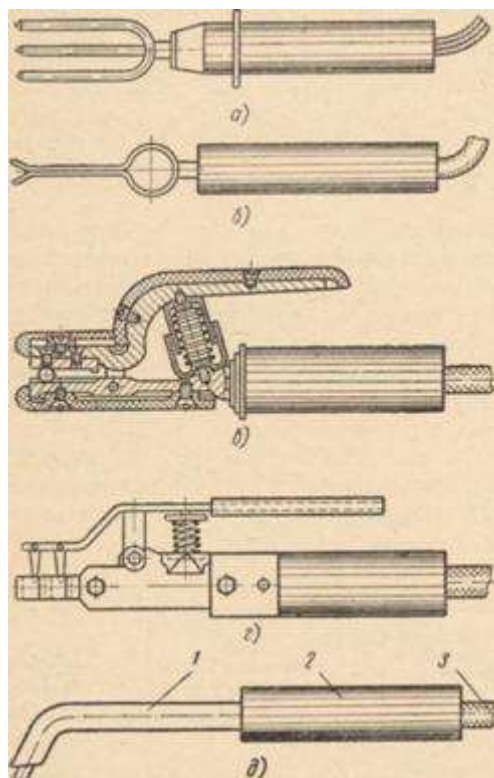


Рис.5.12 Виды электрододержателей

## ТЕМА 6. ТЕХНИКА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ.

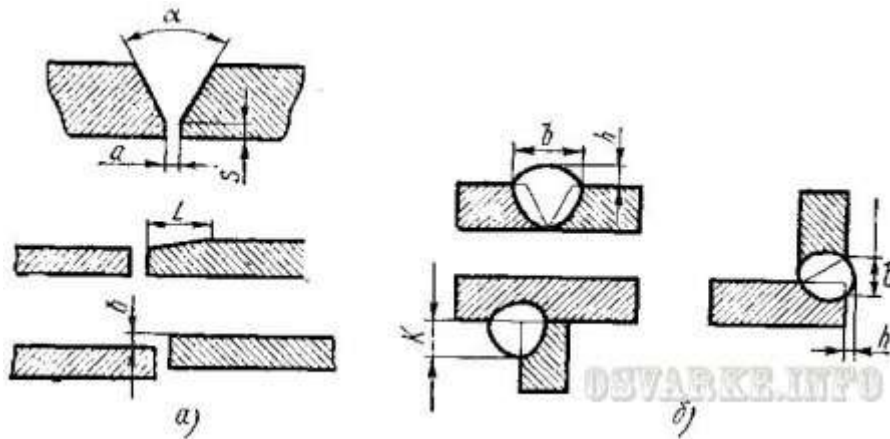


Рис.6.1 Элементы геометрической формы подготовки кромок под сварку и шва .

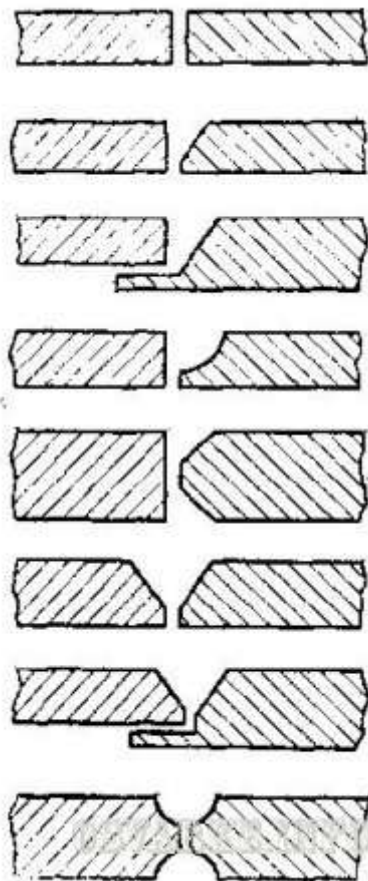


Рис. 6.2 Форма подготовленных кромок под сварку для стыковых соединений.

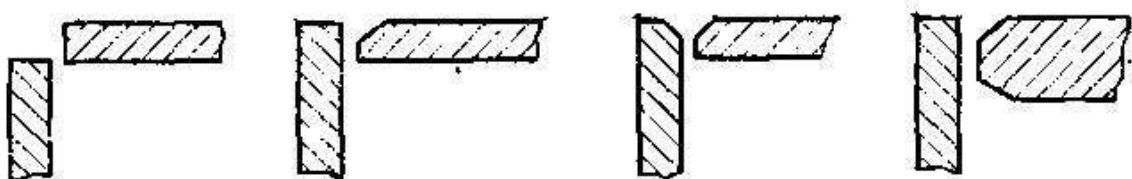


Рис.6.3 Форма подготовленных кромок под сварку для угловых соединений.

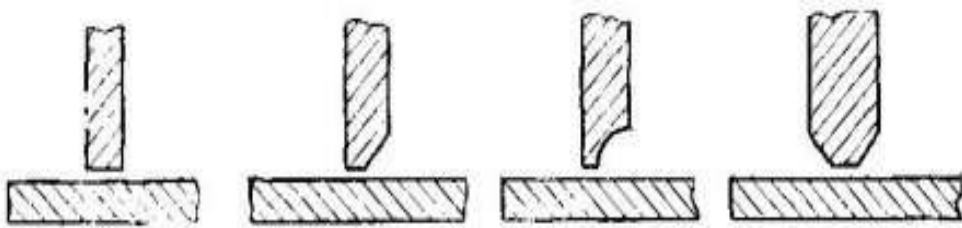


Рис.6.4 Форма подготовленных кромок под сварку для тавровых соединений.



Рис.6.5 Форма подготовленных кромок под сварку нахлесточного соединения

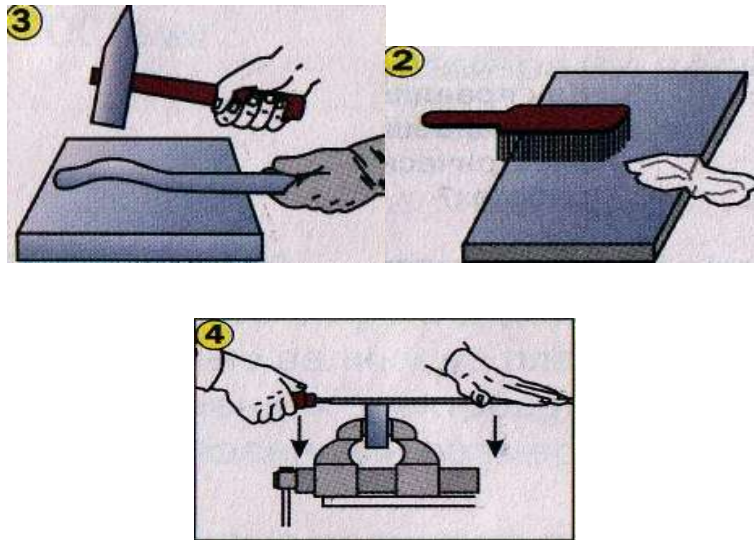


Рис. 6.6 Подготовка металла под сварку.

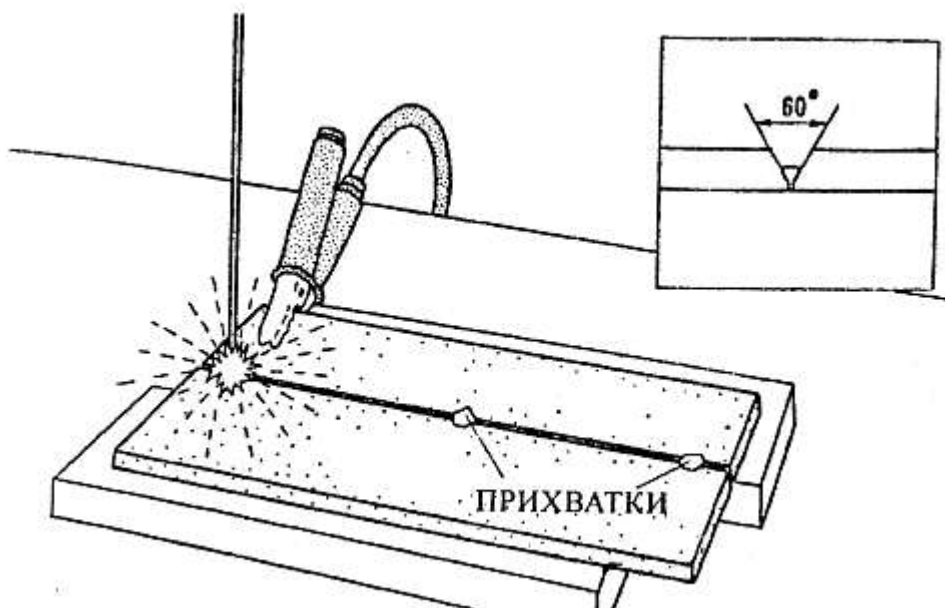


Рис.6.7 Прихватки

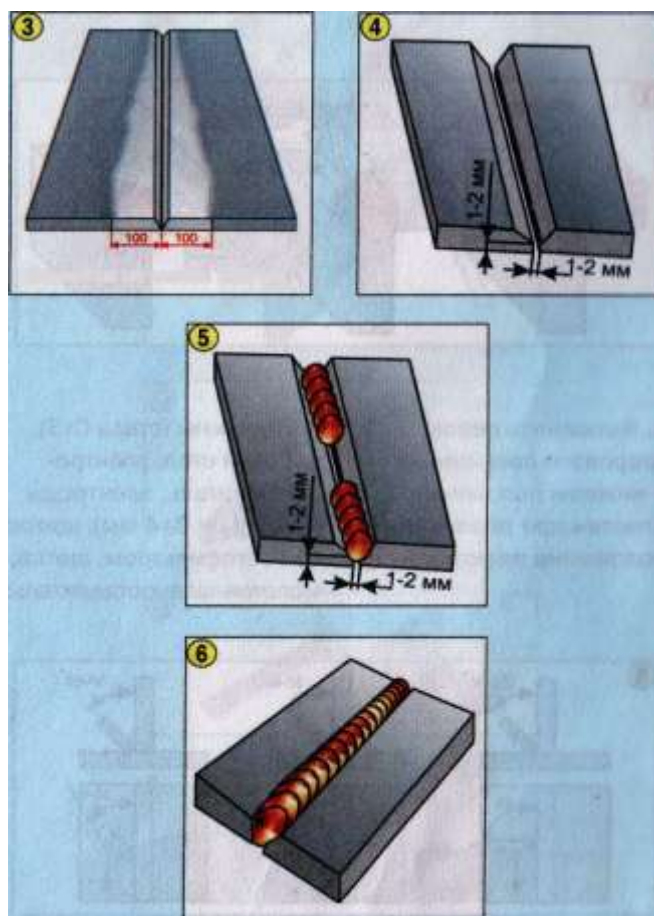


Рис.6.8 Разделка кромок под сварку.

Примерное соотношение толщины металла, диаметра электрода и сварочного тока								
Толщина металла, мм	0,5	1-2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16
Диаметр электрода, мм	1	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6-8
Сварочный ток, А	10-20	30-45	65-100	100-160	120-200	150-200	160-250	200-350

Таблица: примерное соотношение толщины металла, диаметра электрода и сварочного тока.

Примерное соотношение диаметра электрода и длины дуги								
Диаметр электрода, мм	1	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6-8
Длина дуги, мм	0,6	2,5	3,5	4	4,5	5	5,5	6,5

Таблица: примерное соотношение диаметра электрода и длины дуги.

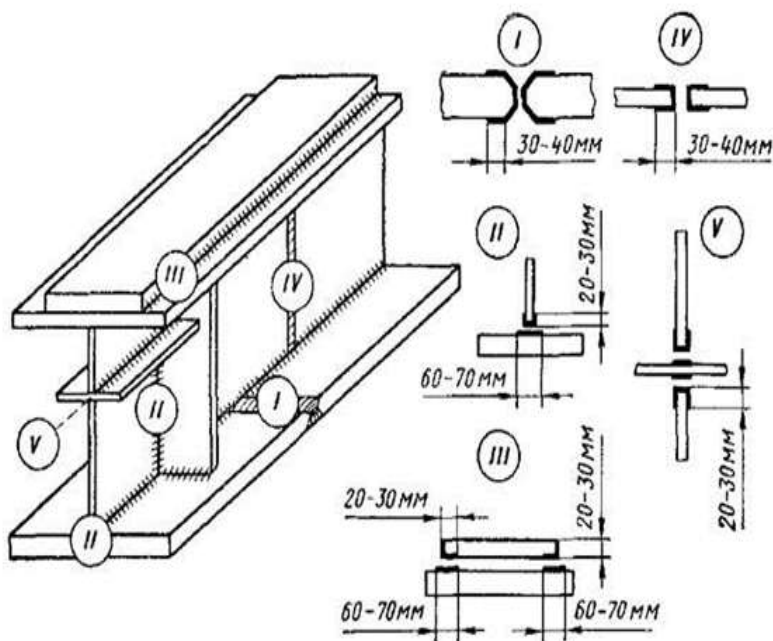


Рис.6.9 Участки металла, зачищаемые перед сваркой (указаны жирной линией)

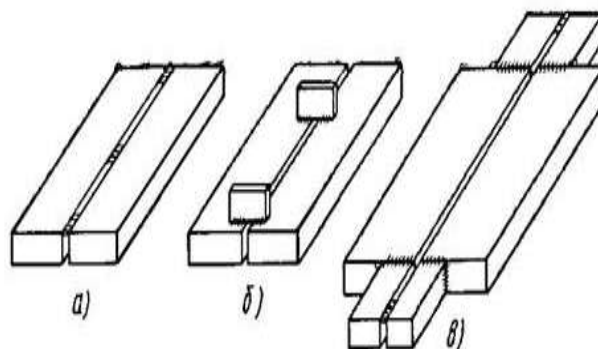


Рис.6.10 Способы закрепления деталей перед сваркой.

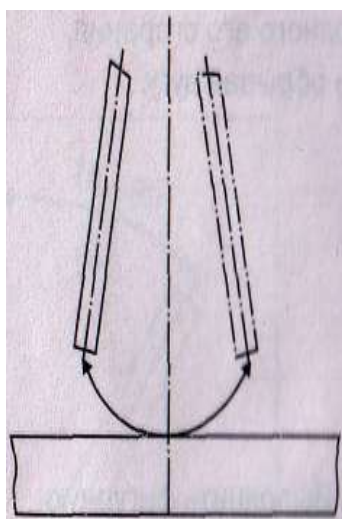
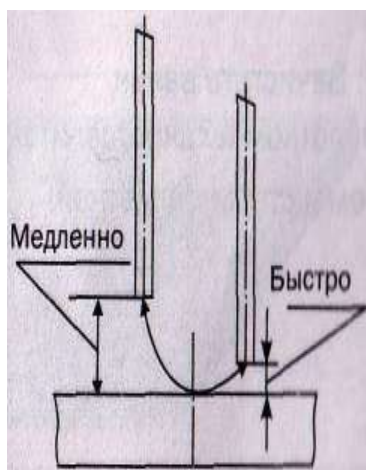


Рис.6.11 Способы зажигания сварочной дуги.

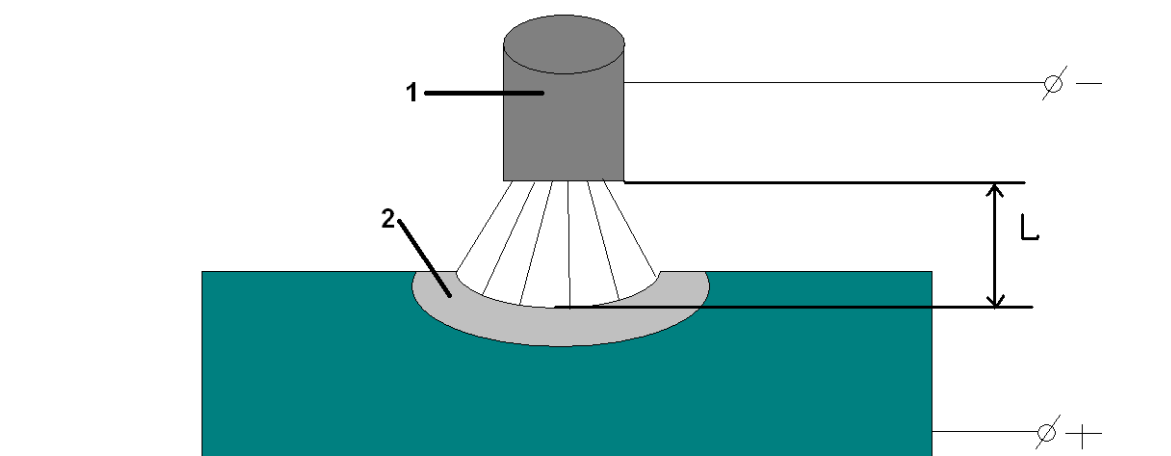


Рис.6.12 Строение сварочной дуги

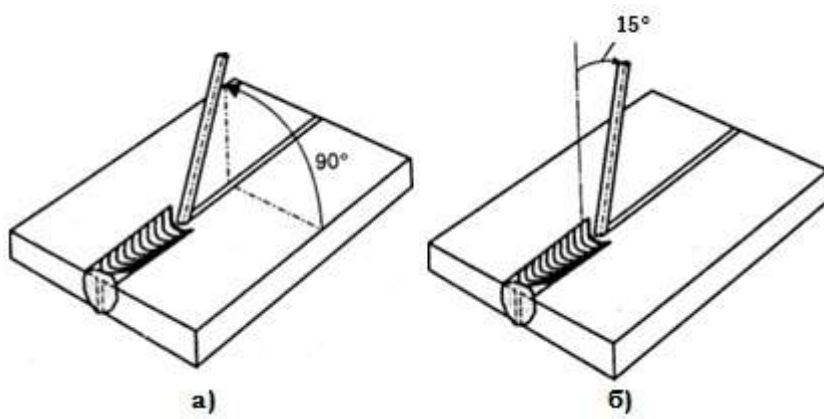


Рис.6.12 Угол наклона электрода в горизонтальной плоскости и в вертикальной плоскости.

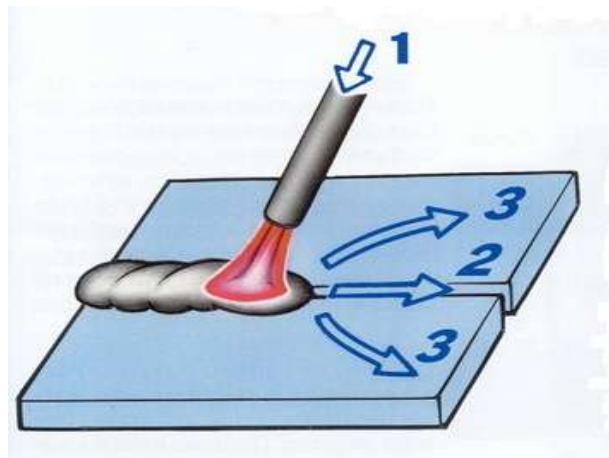


Рис.6.13 Манипуляции концом электрода.

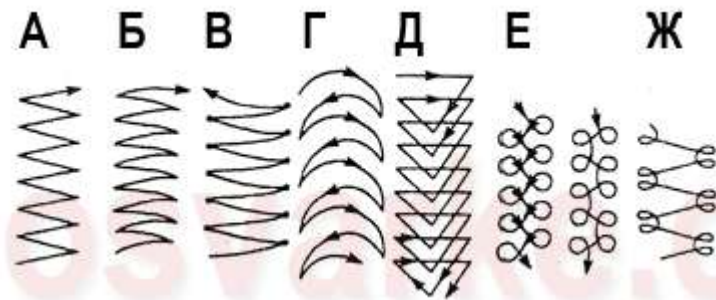


Рис. 6.14 Колебательные движения концом электрода.

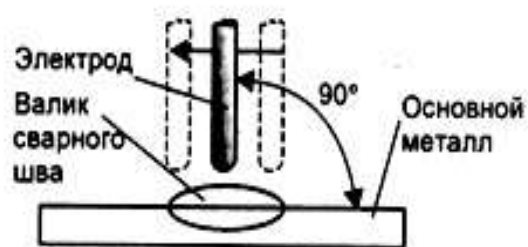


Рис.6.15 Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями.



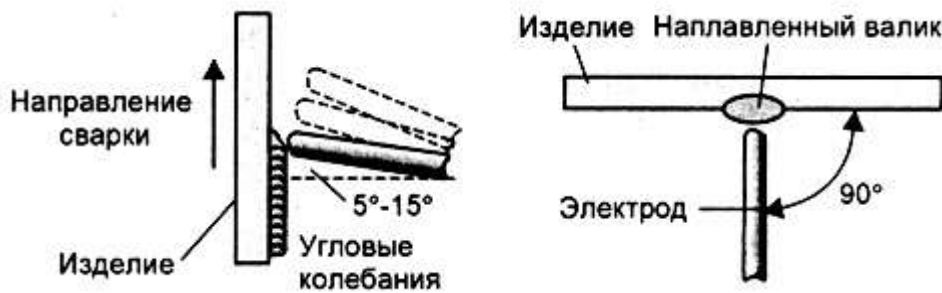


Рис.6.16 Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу вверх.

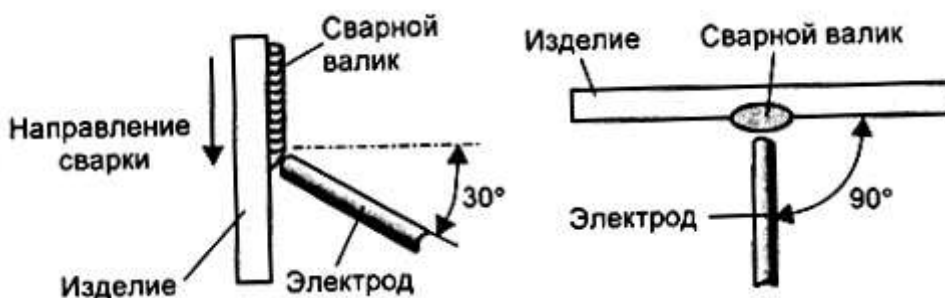


Рис. 6.17 Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз.

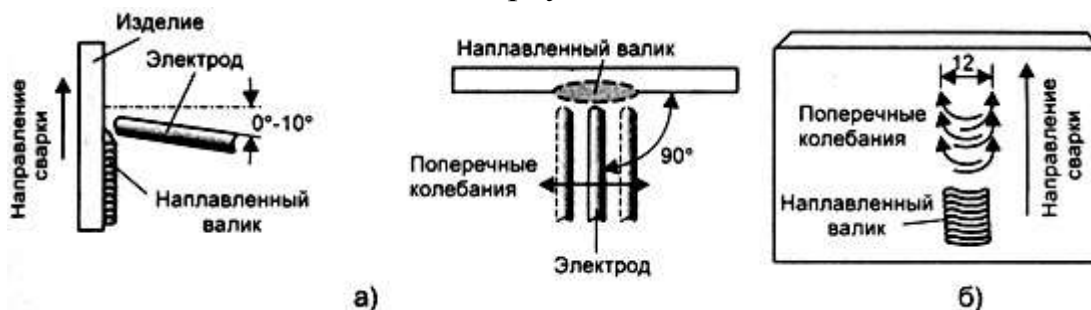


Рис.6.18 Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б).

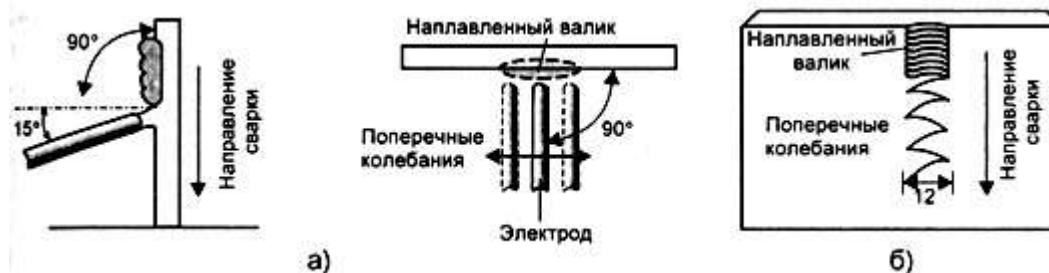


Рис 6.19 Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б).

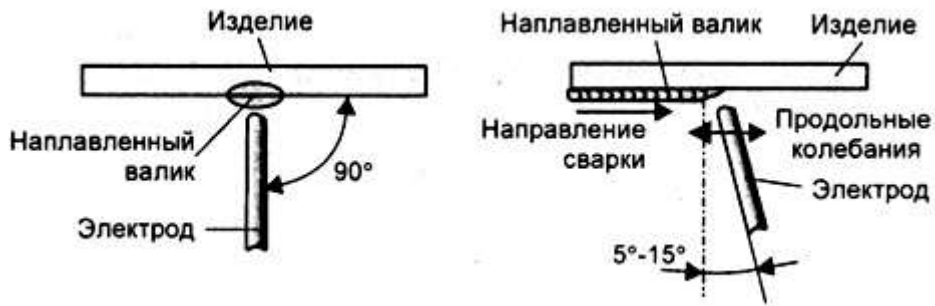


Рис.6.20 Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении.



Рис.6.21 Положение электрода при наплавке валиков в потолочном положении с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б).

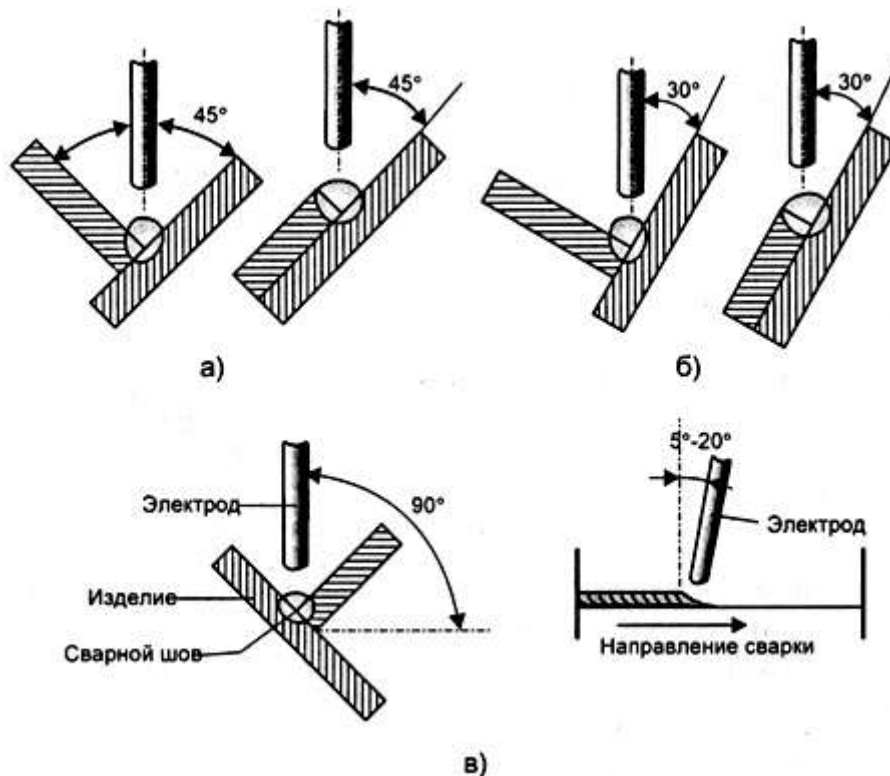


Рис.6.22 Положение электрода при сварке «в лодочку»: а) сварка в симметричную «лодочку»; б) сварка в несимметричную «лодочку»; в) пространственное положение электрода.

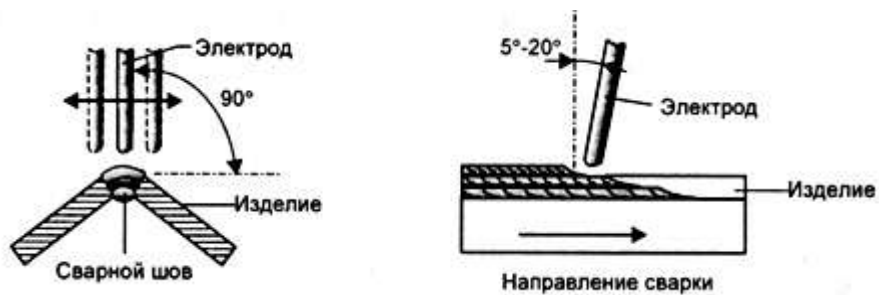


Рис.6.23 Положение электрода при сварке углового соединения с наружным углом в нижнем положении.

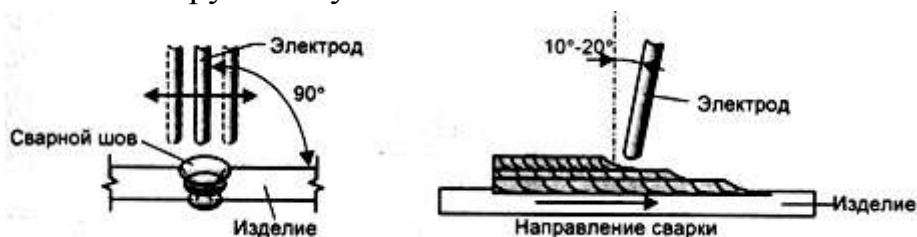


Рис.6.23 Положение электрода при сварке стыкового соединения со скосом кромок в нижнем положении.

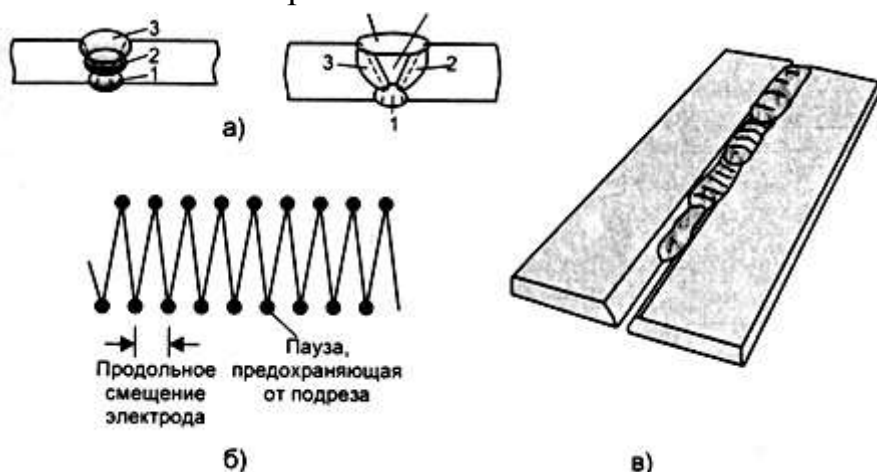


Рис.6.25 Сварка стыкового соединения со скосом кромок в нижнем положении.

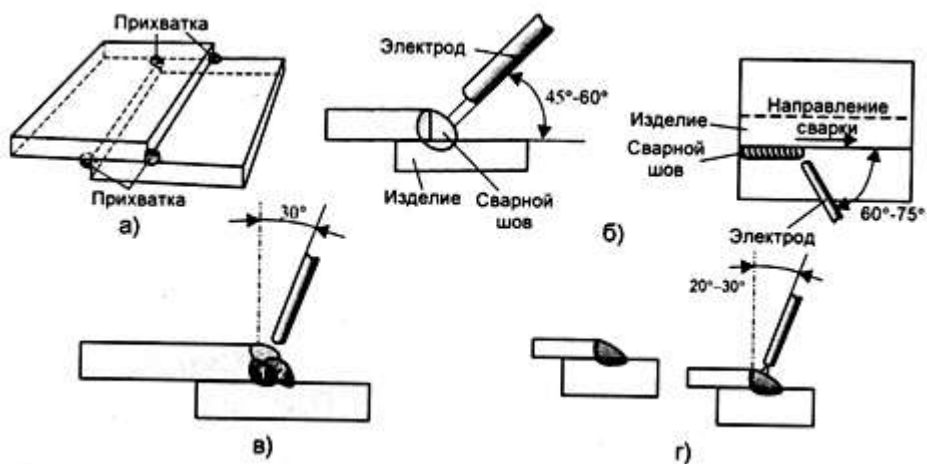


Рис.6.26 Сварка нахлесточного соединения в нижнем положении.

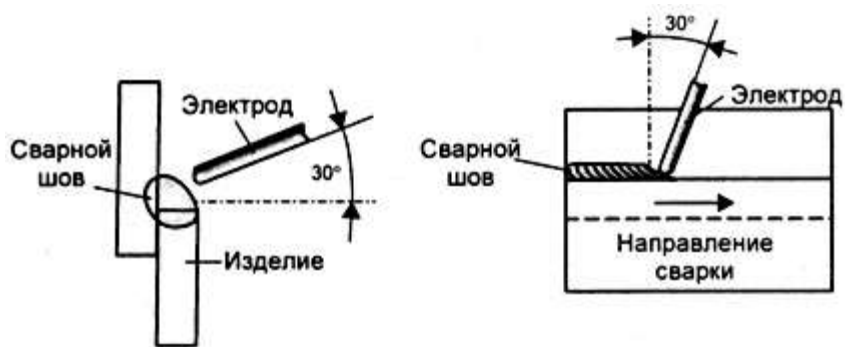


Рис. 6.27 Сварка нахлесточного соединения в горизонтальном положении.

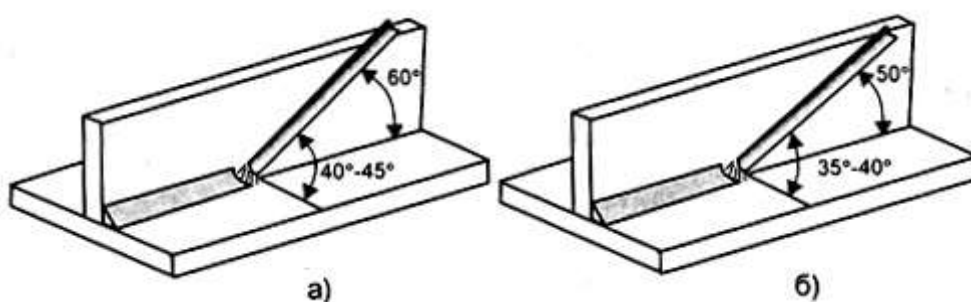


Рис.6.28 Сварка таврового соединения в нижнем положении.

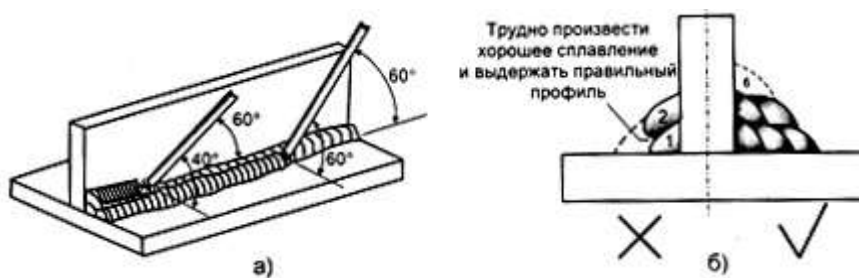


Рис.6.29 Положение электрода при сварке таврового соединения многопроходным швом в нижнем положении и порядок наложения швов.

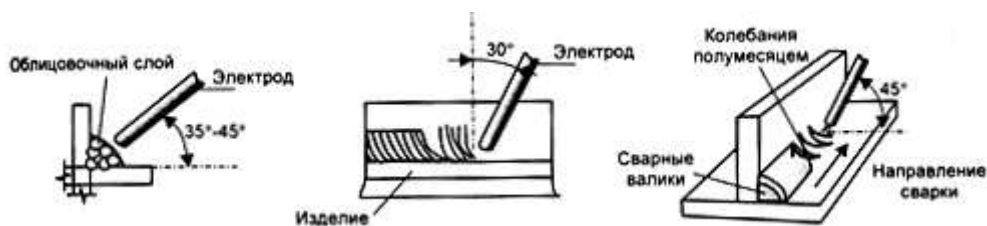


Рис.6.30 Положение электрода при выполнении облицовочного слоя и траектория колебательных движений электрода.

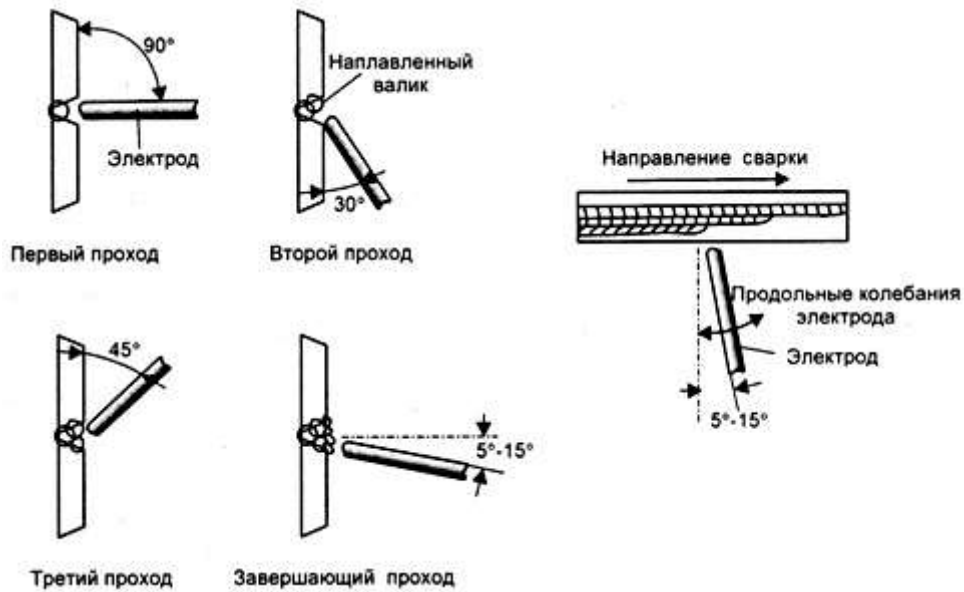


Рис.6.31 Положение электрода при сварке стыкового соединения со скосом кромок в горизонтальном положении: узкими валиками без поперечных колебаний электрода.

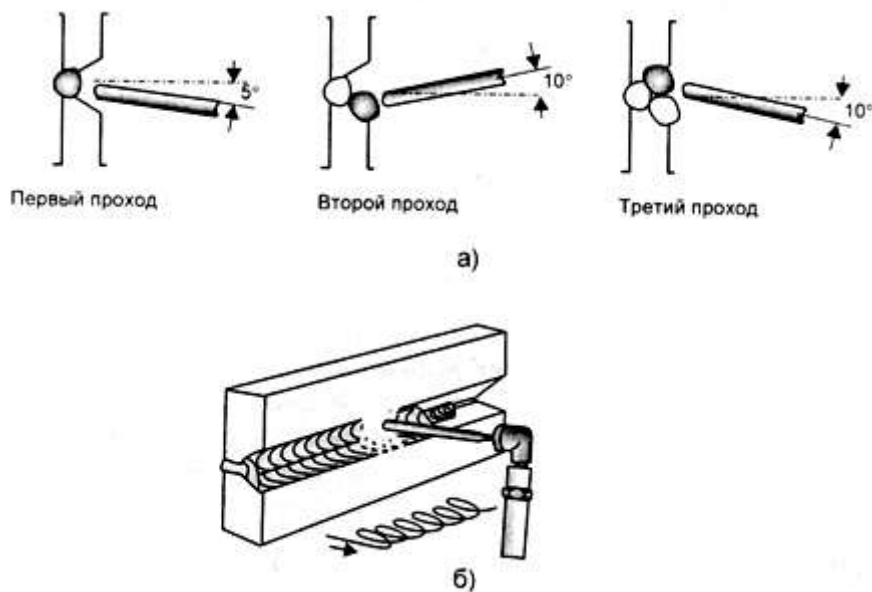


Рис.6.32 Положение электрода при сварке стыкового соединения в горизонтальном положении: сварка с поперечными колебаниями электрода; пример поперечных движений торца электрода.

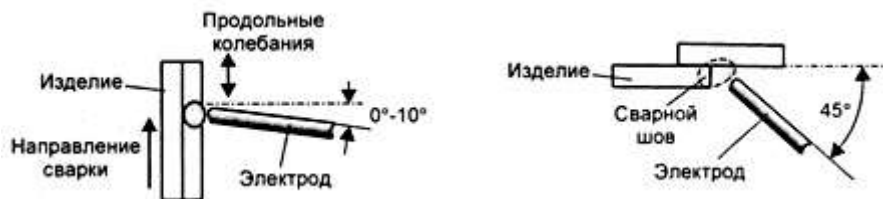


Рис.6.33 Положение электрода при сварке нахлесточного соединения в вертикальном положении снизу вверх.

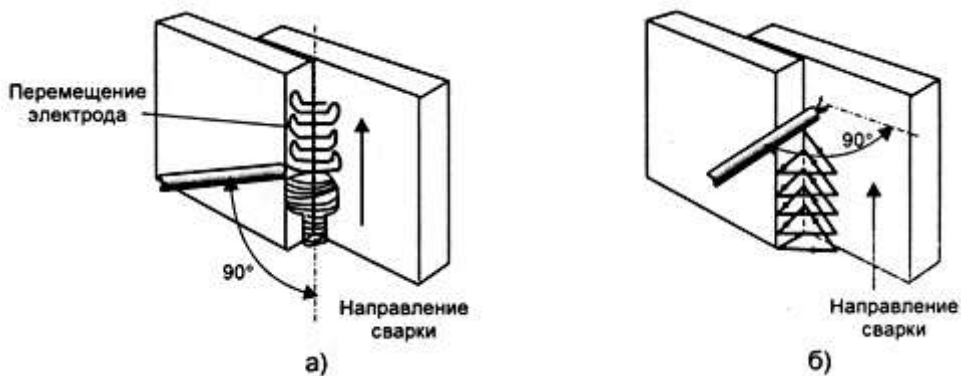


Рис.6.34 Положение электрода при сварке нахлесточного соединения в вертикальном положении снизу вверх многопроходным угловым швом и однопроходным угловым швом

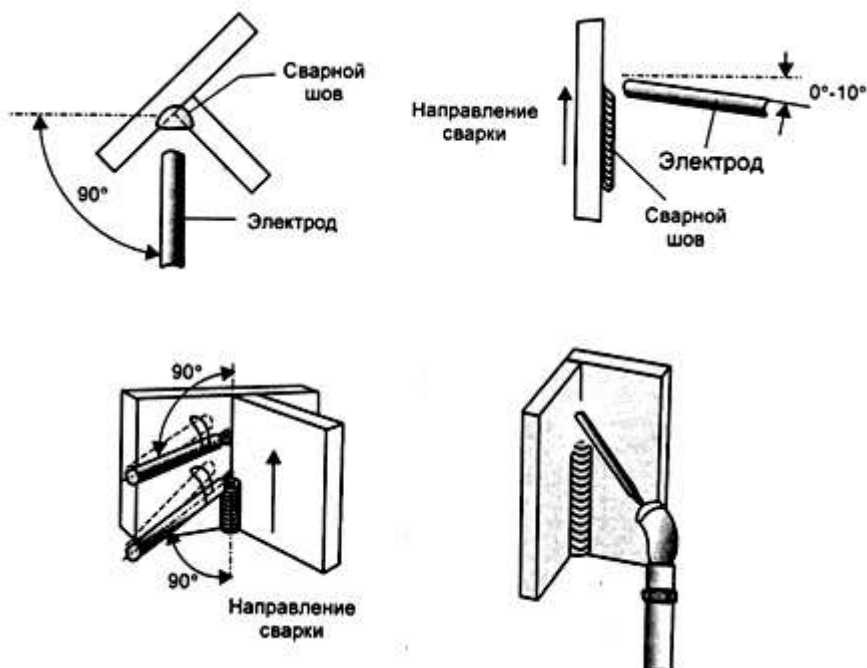


Рис.6.35 Положение электрода при сварке таврового соединения в вертикальном положении однопроходным угловым швом.

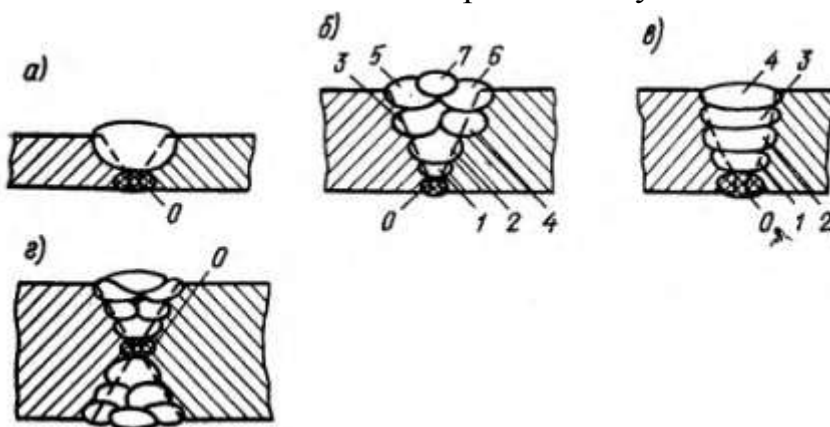


Рис.6.36 Сварка стыковых швов: формы поперечных сечений швов; (1-7) порядок выполнения слоев шва; (0) подварочный шов.

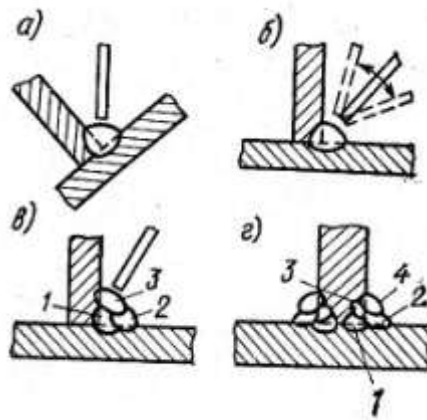


Рис.6.37 Сварка угловых швов.

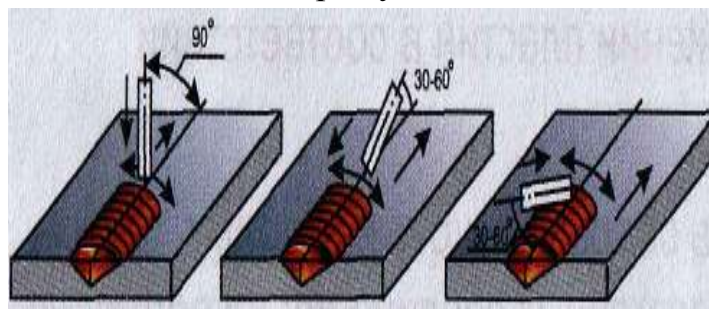


Рис. 6.38 Движения электрода при сварке стыковых соединений с разделкой кромок.

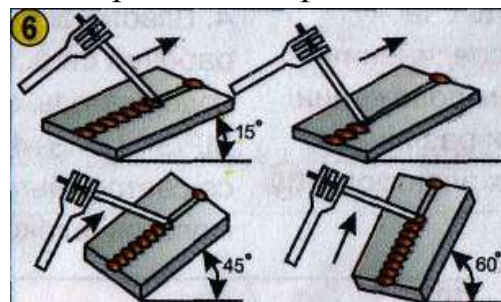


Рис.6.39 Сварка стыковых соединений в наклонном положении.

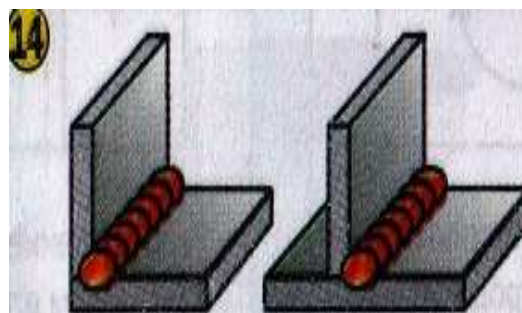
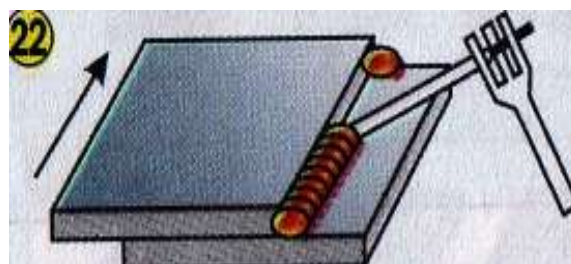


Рис.6.40 Сварка угловых и тавровых соединений в нижнем положении.



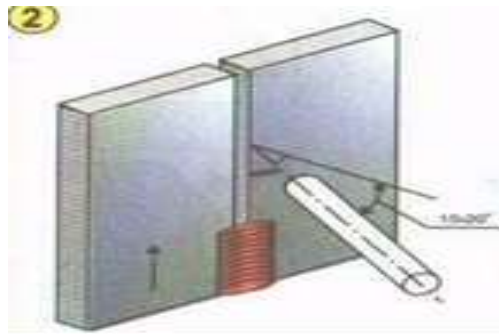


Рис.6.41 Сварка встык в вертикальном положении пластин.

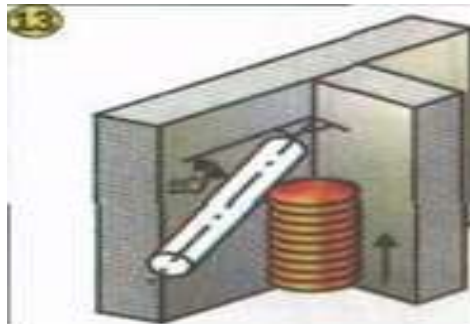
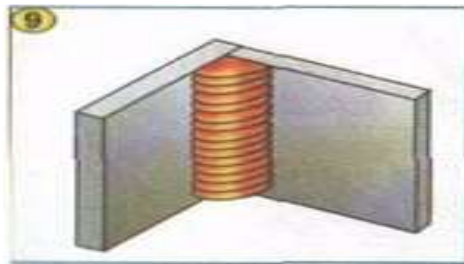


Рис. 6.42 Сварка углового и таврового соединений.

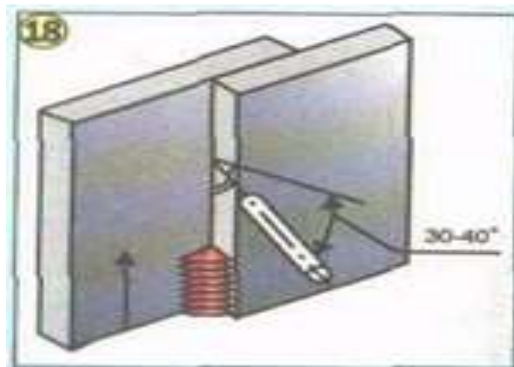


Рис.6.43 Сварка нахлесточного соединения.

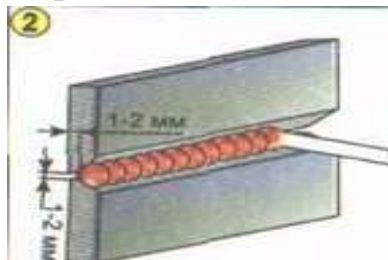


Рис.6.44 Сварка встык.



## ТЕМА 7 ДЕФЕКТЫ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ.

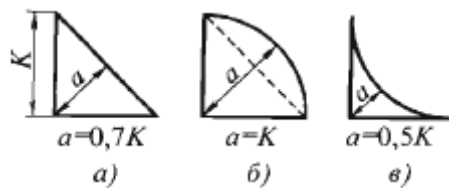


Рис.7.1 Основные конструктивные элементы валиков.

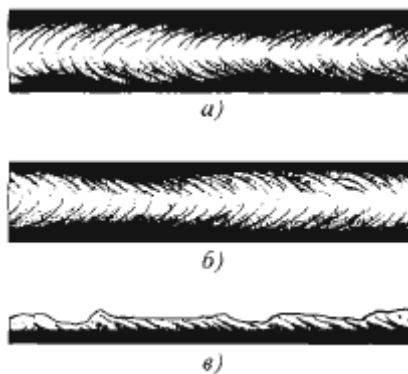


Рис.7.2 Дефекты формы швов: неравномерная ширина шва при ручной сварке, неравномерная ширина шва при автоматической сварке, неравномерная выпуклость шва – бугры, впадины.

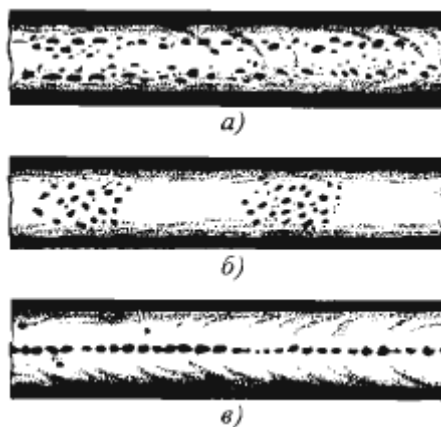


Рис.7.4 Характер пористости: в наплавленном металле шва: равномерная пористость; скопления пор; цепочки пор.

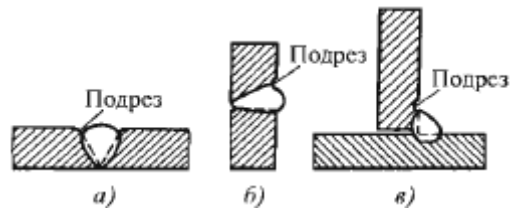


Рис.7.5 Подрезы.



Рис.7.6 Шлаковые включения.

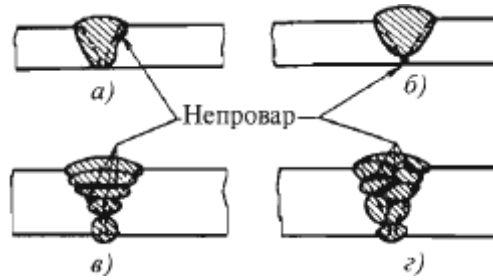


Рис.7.7 Непровары: по кромке с основным металлом; в корне шва; между отдельными слоями; между валиками.

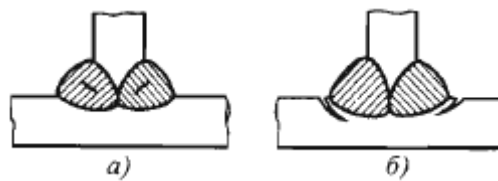


Рис.7.8 Трещины: в наплавленном металле; в зонах сплавления и термического влияния.